Costa Ribeiro

ensino, pesquisa e desenvolvimento da física no Brasil

Wanderley Vitorino da Silva Filho

SciELO Books / SciELO Livros / SciELO Libros

SILVA FILHO, WV. *Costa Ribeiro*: ensino, pesquisa e desenvolvimento da física no Brasil [online]. Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2013, 288p. ISBN 9788578792763. Available from SciELO Books <http://books.scielo.org>

All the contents of this work, except where otherwise noted, is licensed under a Creative Commons Attribution-Non Commercial-ShareAlike 3.0 Unported.

Todo o conteúdo deste trabalho, exceto quando houver ressalva, é publicado sob a licença Creative Commons Atribuição - Uso Não Comercial - Partilha nos Mesmos Termos 3.0 Não adaptada.

Todo el contenido de esta obra, excepto donde se indique lo contrario, está bajo licencia de la licencia Creative Commons Reconocimento-NoComercial-CompartirIgual 3.0 Unported.

Wanderley Vitorino da Silva Filho

Costa Ribeiro
Ensino, Pesquisa e Desenvolvimento da Física no Brasil

Co-edição

Wanderley Vitorino da Silva Filho

Costa Ribeiro: Ensino, Pesquisa e Desenvolvimento da Física No Brasil

Co-edição

Campina Grande-PB | São Paulo - SP

2013

Copyright © EDUEPB

A reprodução não-autorizada desta publicação, por qualquer meio, seja total ou parcial, constitui violação da Lei nº 9.610/98.

A EDUEPB segue o acordo ortográfico da Língua Portuguesa de 1990, em vigor no Brasil, desde 2009.

Editora da Universidade Estadual da Paraíba

Cidoval Morais de Sousa | ***Diretor***

Arão de Azevêdo Souza | ***Editor Assistente de projetos visuais***

Antonio Roberto F. da Costa | ***Editor Assistente de Conteúdo***

Design Gráfico
Erick Ferreira Cabral
Jefferson Ricardo Lima Araujo Nunes
Leonardo Ramos Araujo
Lediana dos Santos Costa

Coordenação de Distribuição e Livraria
Júlio Cézar Gonçalves Porto

Comercialização
Álisson Albuquerque Egito

Divulgação
Zoraide Barbosa de Oliveira Pereira

Revisão Linguística
Elizete Amaral de Medeiros

Normalização Técnica
Jane Pompilo dos Santos

Depósito legal na Biblioteca Nacional, conforme decreto nº 1.825, de 20 de dezembro de 1907.

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL - UEPB

530
S586C Silva Filho, Wanderley Vitorino da.

Costa Ribeiro: ensino, pesquisa e desenvolvimento da Física no Brasil./ Wanderley Vitorino da Silva Filho. - Campina Grande: EDUEPB; São Paulo: Livraria da Física, 2013. (Coleção Ciência & Sociedade)

288 p. : il.

ISBN - 978 - 85 - 7879 - 139 - 1 - EDUEPB

ISBN - 978 - 85 - 7861 - 237 - 5 - Livraria da Física

1. Física. 2. Física - Brasil. 3. Unidades de Medida. 4. Termoeletricidade. 5. Fenômeno Termodielétrico. 6. Físico Brasileiro - Biografia. I. RIBEIRO, Joaquim da Costa. II. Título.

21. ed. CDD

Coleção Ciência & Sociedade

A coleção Estudos Conceituais e Sociais de Ciência, Tecnologia e Sociedade publi- cará textos sobre ciência a partir de uma perspectiva metodológica interdisciplinar se- melhante àquela praticada pelos Science Studies. A menção ao grupo de historiadores, filósofos, sociólogos, antropólogos que reúne pessoas como Galison, Latour, Pestre, Shapin, Pickering, entre muitos outros, deve ser compreendida como manifestando a necessidade da incorporação ao cenário nacional de abordagens para além daque- las tradicionalmente empregadas pela Filosofia, História ou Sociologia, como aquelas oriundas da Antropologia e da Ciência Política. Uma outra marca característica desta coleção consiste na importância concedida a análises da ciência que incluem suas im- plicações e seus pressupostos, como, por exemplo, os metafísicos ou econômicos.

Antonio A. P. Videira (UERJ) & Olival Freire Jr. (UFBA)
(Coordenadores)

À minha amada Carol, incentivadora, entusiasta,
colaboradora e sempre presente, foi fácil, com ela.

Aos meus pais Jailde e Wanderley,
e à minha irmã Ana Luiza. Obrigado por tudo.

Sumário

Apresentação

Na recente história da física, no Brasil, e nas últimas décadas, alguns físicos tornaram-se, merecidamente, famosos: Mário Schönberg, aquele que poderia ter recebido o maior prêmio da física, pelas suas múltiplas contribuições científicas; César Lattes, um dos descobridores do méson PI, e que, injustamente, não foi premiado; José Leite Lopes, o grande físico nuclear e que foi até citado em discurso, de nobelista, por suas contribuições; Jayme Tiomno outro nome do primeiro time de físicos brasileiros, ao lado de Marcelo Dami de Souza Santos e José Goldemberg – todos eles, em certo momento de suas vidas, foram considerados precursores em pesquisas da física nuclear, ramo da física de maior prestígio, por largo período, no país, graças ao impacto causado pela bomba nuclear e a guerra-fria.

Ao lado desses personagens havia outros que por trabalharem no ramo da física da matéria condensada (ou física do estado sólido), não despertavam o mesmo interesse da mídia, falada e escrita, naqueles idos anos de 1930-1960. Com a fundação da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) e o interesse do governo militar, na década de 1970, de investir em ciência e tecnologia, e tendo como tema estratégico a física da matéria condensada (FMC) observou-se, quase subitamente, o surgimento de grupos de pesquisas em São Paulo, Rio de Janeiro, Pernambuco, Ceará, Rio Grande do Sul, Bahia, sem esquecer

do grupo da USP de São Carlos em que permaneciam os grandes bandeirantes, da FMC no Brasil, Bernhard Gross, Sérgio Mascarenhas, Yvonne Mascarenhas e outros.

Um aspecto interessante na história da UNICAMP é que desde o seu início, o seu departamento de física contou com a presença do forte grupo de física nuclear capitaneado pelo célebre Cesar Lattes com as suas pesquisas em torno da "bola de fogo", em cooperação com grupos do Japão. Apesar disso, coube a Zeferino Vaz, o mais lembrado dos reitores da mencionada universidade paulista, criar as condições logísticas a fim de reinstalar em bases modernas as pesquisas em FMC no país. Para isso, foram convidados pesquisadores experientes e renomados a exemplo de Sérgio Porto, Rogério de Cerqueira Leite, especialistas em física do LASER; Nelson de Jesus Parada (teoria de bandas ou faixas eletrônicas), Caticha Ellis (cristalografia física) e vários outros físicos teóricos e experimentais, os quais conseguiram formar e influenciar pessoal que viria implantar grupos emergentes, no país, a partir dos anos 1970.

Apesar de visível sucesso midiático, com inúmeras reportagens sobre os avanços em estudos de materiais ligados à FMC, uma figura histórica da mais alta relevância permaneceu, praticamente, ignorada pela recente historiografia da física no Brasil – Joaquim da Costa Ribeiro. Com certeza, juntamente, com Bernhard Gross, Plínio Sussekind Rocha e seus condiscípulos Armando Dias Tavares e Sérgio Mascarenhas, ele foi um grande bandeirante nos estudos de materiais sólidos (dielétricos, eletretos) que culminaram com a sua descoberta do Efeito termodielétrico, conhecido como Efeito Costa Ribeiro, o qual o fez conhecido e respeitado nacional e internacionalmente.

Pois bem, a grande contribuição neste livro, de Wanderley Vitorino da Silva Filho (**WVSF**), foi redescobrir o personagem Costa Ribeiro, em suas múltiplas dimensões, como pesquisador cuidadoso, professor de colégios e universidades, orientador de jovens cientistas, administrador público e científico, além de co-fundador de importantes agências de fomento de ciência e tecnologia no Brasil. Nas páginas de sua obra **WVSF** teve o mérito de enfatizar algo importante do ponto de vista histórico, ou seja, o papel da cidade do Rio de Janeiro no desenvolvimento da física nos anos 1930-1960, isto é, que a física no Brasil, apesar do Estado Novo, não se concentrava apenas na ambiência paulista, conforme estressava a mídia àquela época. O autor da presente obra relembra que na antiga capital do Brasil havia instituições e personagens que desenvolviam pesquisas de interesse e de qualidade.

WVSF mostra Costa Ribeiro como uma figura de liderança na pesquisa científica e com forte interesse em formar jovens pesquisadores, além de dedicar grande parte de sua existência ao ensino da disciplina – física, tanto no ensino médio, bem como em universidades situadas no antigo Distrito Federal, a exemplo de: a Universidade do Distrito Federal (UDF) capitaneada pelo grande educador baiano Anísio Teixeira, a Universidade do Rio de Janeiro e, finalmente, a Universidade do Brasil (atual Universidade Federal do Rio de Janeiro). Nesses ambientes universitários ele se preocupou em introduzir novas ementas, bem como criar laboratórios didáticos e, também, laboratórios de pesquisas (radioatividade de minerais brasileiros, dieletricidade e eletretos), numa postura visionária que o colocaria em posição de relevo fazendo-o ocupar inúmeros cargos em instituições no Brasil e de representação do seu país no exterior.

Apesar de seu papel relevante na implementação da pesquisa científica, no país, e de ter realizado trabalhos fundamentais e, com isso, contribuído para a formação de inúmeros cientistas brasileiros, somente agora, com este livro, é que se tem em mira resgatar o legado e um pouco da história de vida deste influente personagem da física no Brasil – Joaquim da Costa Ribeiro. É claro que, com este trabalho, **WVSF** não teve a pretensão de esgotar a busca de maiores detalhes em torno da vida do citado físico, entretanto, não tenho dúvidas que, com este trabalho, o seu autor conseguiu mostrar quem foi esse pesquisador brilhante e como o seu trabalho científico permanece, até hoje, no imaginário e nas contribuições científicas de todos aqueles que tiveram o privilégio de conhecer um pouco de sua obra.

Aurino Ribeiro Filho
Professor do Instituto de Física da UFBA

Agradecimentos

A realização deste trabalho só foi possível porque encontrei pessoas possuidoras de um espírito solidário e de doação, que acreditaram e sempre se dispuseram a colaborar com muito entusiasmo, muitas vezes extrapolando as formalidades institucionais e colocando seus esforços pessoais, a quem externo minha eterna gratidão. Assim, agradeço ao meu querido amigo Aurino Ribeiro, por acreditar, incentivar e confiar sempre. Amigo incansável, este sertanejo não mediu esforços em ajudar na realização deste trabalho. Difícil e talvez impossível seria sem a sua presença. Uma referência na minha formação. *Glauber Rocha Revisitado,* de sua autoria, foi uma importante fonte de inspiração. Ao amigo Olival Freire por acreditar e confiar na realização deste trabalho. Está sempre atuando, mesmo quando não sabemos, para que tudo se torne possível. À Mônica Valle, Araci Lisboa, Lúcia Lino e Everaldo Pereira- MAST, pela agradável acolhida naquela instituição, e por não permitirem que a distância existente entre Salvador e Rio de Janeiro fosse um obstáculo. À Amélia Moro e Hermínia Ferreira - Academia Brasileira de Ciências. A Benedito Pepe, pelo entusiasmo e prazerosas conversas que resultaram nos presentes depoimentos. Ao amigo Bruno Oliveira, incentivador e entusiasta deste trabalho. A Sérgio Mascarenhas e Telma Coimbra, por me proporcionarem agradáveis dias e conversas me acolhendo em sua residência, que resultaram nos presentes depoimentos. A Jayme

Tiomno (*in memoriam*), Elisa Frota Pessoa, Guilherme Leal e Yvonne Mascarenhas pelo entusiasmo e motivação com que me receberam para agradáveis conversas e que resultaram também nos presentes depoimentos.

1
Introdução

O presente trabalho tem como objetivo discutir as principais contribuições acadêmicas do físico brasileiro Joaquim da Costa Ribeiro e, em particular, a descoberta de um novo fenômeno ocorrida em meados da década de 1940 onde ensejou uma controvérsia no Brasil no início dos anos de 1950. Em 1951 foi relatado o mesmo achado por dois físicos, estadunidenses, E.J. Workman e S.E. Reynolds. Tal fato se deveu a uma publicação do periódico *Digest of the Literature on Dielectrics* publicado nos Estados Unidos, em que um dos editores denominava a descoberta de Workman-Reynolds-Ribeiro Effect.

Diante do apresentado, fez-se necessário pesquisar um pouco sobre as primeiras atividades profissionais de Costa Ribeiro, já que o mesmo foi um dos responsáveis pela formação de uma nascente geração de físicos brasileiros. Costa Ribeiro era engenheiro e foi professor de uma das duas primeiras universidades brasileiras criadas no segundo quartel dos anos de 1930. Somado a isso, os períodos de sua formação acadêmica e da iniciação de suas atividades profissionais não contemplavam pesquisas em Física no Brasil.

A pesquisa para o ante-projeto, que conduziu a este trabalho, revelou que pouco se sabia sobre o Costa Ribeiro docente e pesquisador, apesar de ser um nome relativamente conhecido por

ter ocupado funções na administração científica no Brasil, nos nascentes Conselho Nacional de Pesquisa (CNPq)[1] e Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), também por representar o citado país em entidades internacionais que procuravam fiscalizar o uso da energia atômica no mundo após a Segunda Guerra Mundial, a Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) e nas reuniões internacionais que levaram à criação da última citada.

Procurou-se cobrir, então, o período a partir da formação acadêmica de Costa Ribeiro até a sua morte. Neste estudo, a ênfase foi dada ao seu trabalho como educador e pesquisador. Assim o recorte temporal se dá efetivamente de 1929 a 1960.

Para cobrir o objetivo aqui apresentado, foi dado o primeiro passo em novembro de 2009. Na ocasião o orientador Aurino Ribeiro Filho e o coorientador Olival Freire Júnior, viabilizaram as passagens para a consulta ao arquivo pessoal de Joaquim da Costa Ribeiro que se encontra no Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), localizado na capital do Rio de Janeiro. O acervo documental de Costa Ribeiro é grande e vale ressaltar que o mesmo se encontra em ótimo estado.

Para a realização do presente trabalho, um recurso muitíssimo importante utilizado foram os depoimentos via metodologia da História Oral. Nesse sentido usou-se entrevistas de Elisa Frota Pessoa e Jayme Tiomno, Jayme Tiomno, Bernhard Gross e Leite Lopes. Muitos outros foram lidos, mas não citados, a exemplo, do depoimento do biofísico Carlos Chagas Filho, contido no CPDOC.

---

1 Atual Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, mantido a sigla CNPq.

A presente pesquisa não se constitui em uma biografia, "que pretende colocar na história de uma vida uma racionalidade que ela não tinha e que geralmente é construída *a posteriori*" (ARAUJO E FERNANDES, 2007). Para fugir desta armadilha, utilizei a noção de trajetória, "compreendida como o percurso de um indivíduo em seu campo social e as relações estabelecidas. Assim delimitada, com ênfase no trajeto e nas relações sociais, a trajetória escaparia das tentações das narrativas biográficas: racionalidade e abrangência exaustiva" (ARAUJO E FERNANDES, 2007).

Por estar lidando com a história do tempo presente, tenho consciência, segundo Araújo e Fernandes (2007) de que o

> historiador do tempo presente não tem ilusões quanto à sua objetividade e imparcialidade, não acredita na história distante, objetiva, imparcial; sabe que o historiador está imerso no seu tempo. Por outro lado, sabe também que o envolvimento e a parcialidade não são frutos apenas da proximidade temporal. São frutos de nossas simpatias, adesões, posições políticas. O historiador que estuda a Revolução Francesa, a Era Vargas, a conquista da América ou a Revolução Russa sabe disso muito bem. A distância temporal não nos protege de nada – porque não nos protege de nós mesmos, de nossas inclinações intelectuais e ideológicas. O único recurso que temos – para estudar fenômenos ocorridos há 2000 anos atrás ou na década passada – é o exercício constante e preciso dos procedimentos de crítica às fontes históricas.

Assim, o depoimento oral percebido - enquanto fonte histórica - acrescenta às fontes tradicionais e aos fatos, minimamente comprovados, versões diferenciadas acerca de uma determinada prática social ou de um acontecimento, não significando uma exaltação biográfica e, sim, uma construção histórica (Araujo e Fernandes, 2007).

A metodologia empregada no presente trabalho configurou-se: no uso de depoimentos, via História Oral; pesquisa nos documentos existentes no acervo de Costa Ribeiro no MAST; na leitura de artigos publicados nos Anais da Academia Brasileira de Ciências (ABC), pelo referido físico; e de outros correlacionados com o tema, além das atas de sessões da mencionada ABC. A tese de cátedra, os decretos-leis e publicações do Diário Oficial da União, além de artigos publicados na revista *Physical Review*, *Digest of the Literature on Dielectrics,* no capítulo do livro *électricité* e outros periódicos constituíram-se em outras fontes.

No inicio de 2009 fez-se um planejamento de pesquisa, quando ficou claro que era imprescindível acessar o acervo de Costa Ribeiro no MAST; ponto inquestionável. Ficou decidido, ainda, que seriam realizadas entrevistas. Escolhemos nossos entrevistados devido ao grau de relação que tiveram com Costa Ribeiro; portanto, foram escolhidos Sérgio Mascarenhas e Yvonne Mascarenhas. Na consecução dos depoimentos de Sérgio Mascarenhas e Yvonne Mascarenhas, surgiu uma oportunidade inesperada de se obter o depoimento de Guilherme Leal Ferreira, que também presenciou o ambiente acadêmico no inicio dos anos 1950 e responsável pelo artigo *Há 50 anos: O Efeito Costa Ribeiro.*

Ao se planejar a pesquisa no citado período, partiu-se dos depoimentos de Elisa Frota Pessoa e Jayme Tiomno e, de Bernhard Gross que Costa Ribeiro havia publicado artigos de suas pesquisas nos periódicos da ABC. Foi possível obter tais artigos, de imediato, na Biblioteca Central da UFBA, que possui desde as primeiras publicações até os números mais recentes do citado periódico. Os artigos de Workman e Reynolds na *Physical Review* foram obtidos a partir do acesso ao portal de periódicos disponibilizado pela CAPES. Todos os artigos citados neste parágrafo foram obtidos poucos dias após o planejamento.

A partir da análise do acervo de Costa Ribeiro, fez-se necessário obter mais informações a respeito dos documentos conseguidos, utilizando-se, assim, publicações do Diário Oficial da União e decretos-leis, obtendo a partir destes, informações que não estavam contidas no seu acervo.

Só foi possível obter dois importantes trabalhos a partir da ajuda do coorientador. Estes não puderam ser obtidos no Brasil. No início de 2010 o coorientador se encontrava no M.I.T, obtendo o periódico *Digest of the Literature on Dielectrics*; um ano depois quando já se encontrava em Paris, teve acesso ao livro de Yves Rocard *électricité*.

Na realização de uma pesquisa, algo não planejado pode acontecer, e é natural e esperado que aconteça, enriquecendo o trabalho. Neste sentido, a descoberta inesperada ocorreu por intermédio do professsor Benedito Pepe, que ao tomar conhecimento do trabalho realizado, informou que na Universidade Federal da Bahia (à época UBA), logo no início dos anos 1960, um grupo de professores procurou iniciar a pesquisa em Física Experimental tendo como objeto o citado fenômeno descoberto

por Costa Ribeiro. O grupo era composto por quatro professores, dos quais dois deles eu tive o prazer de ter sido aluno na graduação: os professores Benedito Leopoldo Pepe e Luiz Felippe Serpa com os quais tive excelente relação. Sabendo de tal iniciativa pelo professor Pepe, fizemos uma longa série de entrevistas.

Para realizar as referidas entrevistas contei com uma importantíssima ajuda do orientador que viabilizou, a partir de seus próprios recursos financeiros, a compra do gravador digital profissional utilizado nos depoimentos. Ainda para realizá-las, o citado orientador também viabilizou, com recursos próprios, tanto as passagens quanto as diárias nas viagens que se fizeram necessárias. Aproveitando o ensejo, vale registrar que durante esses dois anos procurei participar dos mais importantes encontros relacionados à História das Ciências e, nessa empreitada, fui muito estimulado pelo orientador a participar e também contei com a sua ajuda financeira. Ainda para participar de encontros da área em eventos nacionais, contei com diárias cedidas pelo Programa de Pós Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, onde fui aluno no curso de mestrado.

Aproveitei a viagem ao Rio de Janeiro para conhecer os físicos Elisa Frota Pessoa e Jayme Tiomno, ex-alunos de Costa Ribeiro. O depoimento dado pelos referidos físicos em 1988, foi importante para a realização deste trabalho (TIOMNO e FROTA PESSOA,1988). Tive, assim, a oportunidade de ser convidado para um almoço em sua residência, onde passamos uma tarde de sexta-feira com uma prazerosa conversa.

Assim, tive também o imenso prazer de conhecer, em julho de 2010,Yvonne Mascarenhas, Sérgio Mascarenhas e Guilherme Leal Ferreira, sendo os dois primeiros responsáveis pela criação

do Instituto de Física de São Carlos, USP, e pela criação da Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR). Na ocasião fui gentilmente hospedado por Sérgio Mascarenhas e sua esposa Telma Coimbra, em sua residência, em Ribeirão Preto, num final de semana.

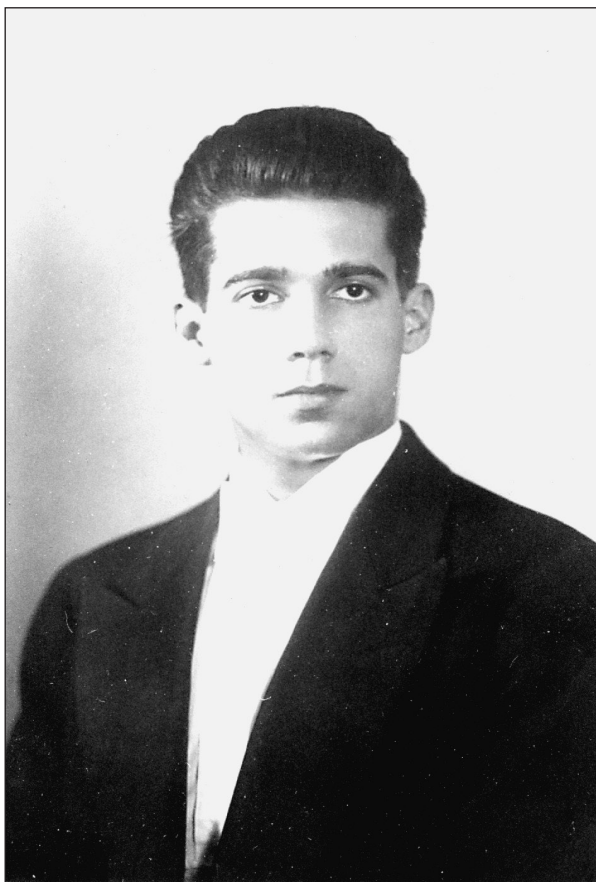



Figura 1: O Jovem Costa Ribeiro

Fonte: acervo Costa Ribeiro - MAST

2
Costa Ribeiro: Da formação básica à Universidade

Introdução

Joaquim da Costa Ribeiro nasceu no dia 8 de julho de 1906, no antigo Distrito Federal, capital brasileira, localizada àquela época no estado do Rio de Janeiro. Nasceu na casa, situada à Rua Barão de Itapejipe número 82 A. Era filho do Doutor Antonio Marques da Costa Ribeiro e Maria Constança Albuquerque da Costa Ribeiro e herdou o nome de seu avô paterno - o Desembargador Doutor Joaquim da Costa Ribeiro. Cursou o ensino básico no tradicional Colégio Jesuíta, o Externato e Semi-Internato Santo Inácio, concluindo os seus estudos fundamentais em 1923, ingressando no ano seguinte na antiga Universidade do Rio de Janeiro.

Universidade do Rio de Janeiro

A universidade na qual Costa Ribeiro ingressou foi instituída por decreto[2] do presidente Epitácio Pessoa, que reunia sob a denominação de Universidade do Rio de Janeiro instituições

2 Decreto nº 14 343 de 7 de setembro de 1920.

de ensino superior, que datam sua criação no século XIX, sendo elas: a Escola Politécnica do Rio de Janeiro, a Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro e a Faculdade de Direito do Rio de Janeiro.

Freitas (1995) apresenta os dois primeiros cursos superiores instituídos no Brasil. Foi no século XIX que foram criados os primeiros cursos superiores no Brasil, sendo o primeiro criado na Bahia. Devido à expansão napoleônica, a Corte portuguesa fugiu para uma de suas colônias de exploração - o Brasil - tornando-se a colônia a nova sede do Império Português. Ainda no período em que a Corte portuguesa se estabeleceu na Bahia, o príncipe regente de Portugal, Dom João VI, criou em 18 de fevereiro de 1808 a Escola de Cirurgia da Bahia. Meses depois, com a transferência da Corte portuguesa para o Rio de Janeiro, foi criada uma Cadeira de Anatomia, iniciando-se também naquela capitania o ensino da medicina. Foi a Carta Régia dirigida ao Governador e Capitão General da Capitania da Bahia, Dom Fernando José, o documento oficial que autorizou a implantação do ensino médico no Brasil. "Quatro anos depois, o cirurgião baiano Dr. Manuel Luiz Álvares de Carvalho elaborou um plano de estudos de Cirurgia, convertido em decreto de 1° de abril de 1813; o plano ampliava o curso médico de quatro para cinco anos e dava a denominação de Academias Médico-Cirúrgicas a essas primitivas escolas" (idem, ibidem). Em 1831 "[...] a Carta de Lei da Assembléia Legislativa do Império, sancionada pela regência em nome do Imperador Dom Pedro II, aprovou o título de Escolas ou Faculdades de Medicina para as instituições" (*idem, ibidem*). No ano seguinte a Academia Médico-Cirúrgica da Bahia passou a ser denominada de Faculdade de Medicina da Bahia e a Academia Médico-

Cirúrgica do Rio de Janeiro passou a ser Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. A Faculdade de Medicina da Bahia "abrigou os primeiros cursos de Farmácia, Odontologia e Enfermagem Obstetricia." (*idem, ibidem*). " Em 1946 passou a ser Faculdade de Medicina da Universidade da Bahia. Em 1974, para atender à reforma universitária (Lei de Diretrizes e Bases da Educação), as cátedras desapareceram e a Universidade foi departamentalizada [...]"(idem, ibidem). O prédio que abrigou a Escola de Cirurgia da Bahia"[...] foi construído pelos jesuítas em 1553 e abrigou, inicialmente, o Colégio da Companhia de Jesus [...]. Até 1755, o local abrigou, também, o Curso de Matemática. A partir de 1759, com a expulsão dos jesuítas, o conjunto ficou abandonado durante três décadas, até que, em 1787, instalou-se ali a Régia Casa de Educação, onde eram ministradas aulas de Latim, Grego, Filosofia e Retórica. Em 1799, passou a funcionar no prédio o Real Hospital Militar [...]."(idem, ibidem), e finalmente em 1808 a Escola de Cirurgia, posteriormente "Curso Médico Cirúrgico da Bahia, precursor da primeira Faculdade de Medicina no Brasil, que foi instalada no antigo Colégio dos Jesuítas, em 1832." (idem, ibidem). Importantes documentos da história da antiga Faculdade de Medicina da Bahia foram recuperados, dentre eles um que nos interessa é o que trata das teses:

> A partir de 1836, uma grande parte delas era em manuscritos, outras eram impressas. Dividem-se em três categorias: as de **Doutoramento ou Inaugurais**, estabelecidas por Decreto de 3 de outubro de 1832, o qual determinava que o '*candidato não obterá o grau de doutor sem sustentar em publico uma tese*'. Escritas em latim ou português, constavam de

> um tema sugerido pela Congregação. Traziam, no final, aforismos de Hipócrates em latim ou em grego [...]. **As Teses de Verificação de Título** visavam à revalidação de diplomas para os diplomados em Medicina no exterior e que desejavam o titulo nacional de Doutor. **As Teses de Concurso** eram elaboradas para preenchimento dos lugares vagos de ' *lentes proprietários*' e para '*concursos de opositores*', professores substitutos (Decreto no. 1387, de 28 de abril de 1854). Essas tinham forma menos literária, refletindo o avanço metodológico e científico da época. Numerosos investigadores de renome nacional destacaram-se com a elaboração desses estudos. Citam-se, por exemplo, Antonio José Alves, pai do poeta Castro Alves, integrante do núcleo inicial da Escola Tropicalista, Pirajá da Silva, descobridor da **esquistossomose**, os irmãos Pacífico Pereira e Manoel Vitorino Pereira, este Presidente interino da República, Juliano Moreira, Raymundo do Nina Rodrigues, Oscar Freire, Prado Valadares, Clementino Fraga [...] (FREITAS, 1995).

Foi na Faculdade de Medicina da Bahia que em 1887 a Dra. Rita Lobato Velho, tornou-se a primeira mulher diplomada no Brasil.

A Faculdade de Medicina da Bahia não se notabilizou somente por ter sido a primeira instituição de ensino superior no Brasil, somente esse argumento seria pouco, dentre outras, uma importante contribuição veio da Escola Tropicalista Baiana.

Edler (2002) trata do papel desempenhado por um grupo de médicos egressos da Faculdade de Medicina da Bahia, na segunda metade do século XIX. No artigo, Edler utiliza os trabalhos de Julian Peard[3] pelo "[...]fato de ser o seu o mais completo e exaustivo estudo histórico a respeito dos médicos que se organizaram em torno da *Gazeta Médica da Bahia*, núcleo original das pesquisas em helmintologia médica" (idem, ibidem). Para Edler, um ponto que deve ser ressaltado em Peard

> [...]se refere à sua desconfiança diante da imagem amplamente aceita pela historiografia, que apresenta os médicos brasileiros daquela época como reprodutores passivos da medicina européia e lentos em abraçar os modelos médicos que se encontravam no *front* da ciência. Tal imagem, argumenta a autora, teria sido sedimentada ainda nas primeiras décadas do século XX, quando se procurou criteriosamente 'esconder os episódios precedentes', voltados para a construção de tradições médicas locais. Seu trabalho teve por objetivo desvelar uma história deliberadamente encoberta pela geração de Oswaldo Cruz, revendo a interpretação, promulgada por esse grupo, de que o período anterior pertenceria à 'idade das trevas' da medicina' (*idem, ibidem*).

3 *Tropical disorders and the forging of a Brasilian medical identity, 1860-1890*; e *The Tropicalist School of Medicine of Bahia, Brazil, 1869-1889*

Sobre os médicos baianos e o trabalho de Peard, Edler apresenta:

> [...] Julian Peard desenvolve um estudo aprofundado sobre um grupo de médicos baianos que, na segunda metade do século XIX, 'inicialmente fora do ambiente institucional', ajudou a disseminar 'novas idéias sobre saúde e doença no Brasil'. A Escola Tropicalista Baiana, como tal grupo ficou conhecido, notabilizou se por seus trabalhos sobre beribéri, ancilostomíase, filariose e ainhum - doenças associadas ao clima tropical. Peard postula ainda que, em contraste com as idéias de medicina tropical desenvolvidas pelas potências coloniais européias, os tropicalistas teriam forjado sua própria definição de medicina tropical, baseados na crença otimista sobre a possibilidade de se construir um lugar para o Brasil ao lado das nações civilizadas, apesar de seu clima e do povo miscigenado.
>
> [...] ela assinala que a recusa do estereótipo dos trópicos como região deletéria para o europeu, 'bastante disseminada desde o século XVIII', conduziu à produção de um conhecimento original por parte desses médicos organizados em torno da *Gazeta Médica da Bahia*, em bases não formalmente institucionalizadas, bem antes do advento dos institutos de medicina tropical. Teorias raciais, como o poligenismo, bastante vulgarizado nos Estados Unidos, foram rejeitadas por uma sociedade miscigenada, em que

muitos médicos eram mulatos ou negros. Por outro lado, 'ainda que não declaradamente lamarckistas', os médicos da Bahia valorizavam a maleabilidade e adaptabilidade dos seres humanos, em contraposição ao determinismo climático amplo. 'Esta concepção da natureza humana possibilitava que os tropicalistas desenvolvessem um modelo etiológico flexível que punha ênfase no papel dos médicos na preservação e recuperação da saúde de seus pacientes'.

[..] Peard demonstra inequivocamente que a etiologia ambientalista não conduzia necessariamente a um determinismo pessimista sobre o clima tropical por parte daqueles médicos brasileiros. Ao investigar as doenças típicas do meio tropical, os tropicalistas da Bahia utilizaram os mais avançados instrumentos da medicina européia, tal como a 'estatística médica, os novos métodos clínicos baseados na medição e na fisiologia aplicada, o uso da química na análise das partes fluidas do corpo, particularmente no campo da hematologia, a nascente parasitologia e, sobretudo, a microscopia, cuja utilização foi pioneira na Bahia'. Cada um desses instrumentos, ela argumenta, os diferenciava da medicina vigente. Os tropicalistas teriam rejeitado o antigo modo de interpretar as doenças tropicais a partir de difusos fatores ambientais, 'impondo um novo modelo científico, o qual mudava o foco de suas pesquisas do meio ambiente para doenças individuais e específicas'. Teria sido essa nova orientação

> de seus trabalhos que os levou a serem aclamados internacionalmente e imprimiu a eles uma identidade mais vigorosa como movimento médico. (EDLER, 2002).

Retornando à Universidade do Rio de Janeiro, o ato do Presidente Epitácio Pessoa dava continuidade ao dispositivo previsto no decreto[4] assinado pelo Presidente Wenceslau Braz, que reorganizou o ensino secundário e superior na República Brasileira. O dispositivo deixava ao Governo Federal, quando achasse oportuno, reunir em universidade a Escola Politécnica e a Escola de Medicina do Rio de Janeiro, incorporando-lhes uma das Faculdades Livres de Direito, e não especificamente a da capital da República, como aconteceu.

O que se realizou ao denominar de Universidade do Rio de Janeiro, foi estabelecer uma ligação jurídica entre as faculdades ou escolas já existentes. Não foram reunidas em uma única sede, por exemplo; mantiveram-se em atividade onde já funcionavam. Com o nome de universidade passou a ser composta pelos sete cursos previamente existentes: Odontologia, Farmácia, Medicina, Direito, Engenharia Mecânica e de Eletricidade, Engenharia Civil e Engenharia Industrial.

Das opções que tinha, o jovem Costa Ribeiro optou pela Escola Politécnica, que reunia os cursos das engenharias. Um expediente realizado na Escola Politécnica, nesse período, era agraciar com o que se denominou de prêmios, alunos que conseguissem obter as maiores médias entre seus colegas. Pelo mérito de médias, Costa Ribeiro chegou a receber alguns

---

4 Decreto nº 11 530 de 18 de março de 1915.

prêmios oferecidos pela Escola Politécnica sendo eles: Gomes Jardim, Morsing e Dr. Paulo de Frontin. Recebeu também o prêmio Conselheiro Pitanga por obter a maior média em Física, sendo que a Física ministrada para engenheiros tinha o caráter meramente profissionalizante. O ciclo estudantil finalizou para Costa Ribeiro no primeiro quartel de 1929, quando se graduou Engenheiro Civil.

Foi no magistério que Costa Ribeiro iniciou-se profissionalmente, no dia e na instituição em que se diplomou. Foi nomeado assistente interino da Cadeira de Mecânica Industrial durante a primeira metade letiva desse ano, período do seu contrato. Ao final do citado período e já na segunda metade do mencionado ano letivo, foi contratado como assistente da Cadeira de Fisica Experimental cujo catedrático era o engenheiro Cândido Alberto Pereira. Foi o mencionado catedrático que propôs à diretoria da Escola Politécnica a contratação de Costa Ribeiro, para assumir aquela função durante o impedimento do mencionado engeneheiro em realizar suas atividades docentes.

Dias antes de vencer o segundo contrato, o que ocorreria no último dia do já referido ano, Costa Ribeiro foi nomeado para o cargo de auxiliar técnico da Diretoria Geral de Estatística (DGE), que inicialmente estava subordinada ao Ministério da Agricultura, Indústria e Comércio.

A Diretoria estava encarregada de fazer o recenseamento durante o novo ano que se apontava. O trabalho durou treze meses aproximadamente, quando seu diretor deu por encerrada as atividades da Diretoria, que na ocasião já estava subordinada ao Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio. O encerramento das atividades da DGE, que sequer foi concluído, deveu-se

à falta de recursos para a manutenção de seus serviços; contudo, mesmo com as adversidades financeiras, Costa Ribeiro participou da organização do cadastro predial do Distrito Federal.

A década de trinta já havia surgido - quando em meados do seu primeiro ano - o ainda auxiliar técnico da DGE retornou ao magistério após prestar concurso para a Cadeira de Física e Química em estabelecimento de Ensino Profissional[5] da prefeitura de sua cidade natal.

O trabalho docente e a Universidade

Em novembro de 1931, Costa Ribeiro retornou como assistente (e não mais interino) da Cadeira de Física da Escola Politécnica. Os assistentes faziam parte do quadro dos auxiliares de ensino, mas pertencentes ao corpo docente, e eram nomeados pelo diretor da Escola mediante proposta do professor catedrático e autorização do conselho técnico administrativo. De fato, os assistentes exerciam o papel de professores assistentes, ministrando aulas no lugar e por indicação do catedrático, inclusive. Deveriam dedicar de seis a dez horas semanais às funções para a qual foram contratados. Tinham ainda como atribuições: comparecer com antecedência às aulas e disponibilizar, segundo indicações do professor, material necessário às demonstrações do curso e aos trabalhos práticos; acompanhar e fiscalizar os trabalhos práticos nos laboratórios e gabinete, bem como os demais exercícios escolares e zelar pela conservação do material a serviço da Cadeira.

5 Em 1934 este cargo passou a denominar-se Professor de Escolas Técnicas Secundárias, pertencente à seção de ciências naturais e higiene do Departamento de Educação, conforme decreto nº 4779 de 16 de maio de 1934.

O assistente que ainda não fosse Docente Livre da Cadeira, como era o caso de Costa Ribeiro, após dois anos da nomeação, deveria se submeter ao concurso para obtenção do referido título, sob a pena de perda automática do cargo e de não poder ser nomeado assistente de outra cátedra até obter o mesmo. Findando o prazo estipulado em lei, ele se inscreveu então no concurso para obtenção do título citado.

Para obter o título de docente livre, era necessário realizar as provas escrita, prática (ou experimental), didática e de títulos. O julgamento do concurso era realizado por uma comissão composta por cinco membros. Desses, dois eram indicados pela congregação; e três outros escolhidos pelo conselho técnico-administrativo dentre professores de outros institutos de ensino superior ou profissionais especializados de instituições técnicas ou científicas.

A comissão que julgou o concurso para a obtenção do título, para o qual Costa Ribeiro era candidato, tinha como componentes: Francisco Ferreira Ramos, C. de A. Martins Costa, Dulcídio Pereira, Jorge Leuzinger e J. Pantoja Leite.

Para a sua prova escrita foram sorteados os seguintes pontos: "Estudo especial da refração (medida dos índices, fotometria)"; "fonte de luz"; e "campo magnético das correntes". Sobre esta prova, assim foi descrita pela comissão:

> O candidato tratou muito bem do assunto, apresentando uma prova impecável como método, clareza e exposição. Antes de entrar no assunto fez uma série de considerações muito oportunas sobre o assunto da física, que bem revelam o valor pedagógico do candidato. A comissão se julga satisfeita com esta prova.

Na prova prática, o ponto sorteado foi "Medida da densidade de vapor". Na prova ele deveria determinar a densidade do vapor do líquido dado, indicando o grau de precisão da medida e as aplicações de tal determinação. O líquido utilizado foi o tetracloreto de carbono. Assim foi o parecer da comissão:

> O candidato conduziu bem a manipulação, tendo com propriedade escolhido o método de Victor Mayer. Efetuou uma série de medidas, tendo no fim quebrado o tubo de vidro do aparelho. Achou números muito próximos do verdadeiro, tendo calculado a massa molecular da substância dada, com suficiente aproximação. Indicou a ordem de grandeza dos erros a temer e o grau de precisão das medidas que efetuou. O relatório está muito bem apresentado. A comissão se satisfez com esta prova.

Finalmente, a prova oral teve como tema, "soluções diluídas". Parecer:

> O candidato realizou uma preleção que a comissão julga muito boa, pela elevação, método, clareza e ordem. Iniciou as experiências e manipulações que deviam ser executadas, revelando também nesta prova qualidades pedagógicas que a comissão julga dever salientar.

Ao final do concurso, Costa Ribeiro foi habilitado à docência livre na Cadeira de Física da Escola Politécnica, obtendo o título em novembro de 1933.

Em janeiro do ano seguinte Costa Ribeiro se casou com Jacqueline de Leers, que passou a se chamar Jacqueline de Leers Costa Ribeiro. Ainda nesse ano, Costa Ribeiro foi nomeado auxiliar técnico da Diretoria Nacional de Educação da Secretaria de Estado da Educação e Saúde Pública, tomando posse no mesmo mês da nomeação, setembro.

Em novembro de 1935, o auxiliar técnico Costa Ribeiro foi designado pelo Diretor Geral de Educação, Paulo de Assis Ribeiro, para fazer a inspeção preliminar na Universidade do Distrito Federal (UDF), criada no início do citado ano, dos seguintes pontos[6]:

> I, ter tido funcionamento regular e efetivo anterior ao pedido de inspeção preliminar, e caso uma existência suficiente o permita, deve [ser] exigido que este funcionamento se tenha verificado nos dois anos imediatamente anteriores ao pedido;
>
> II, observar regime didático e escolar idêntico ao de instituto oficial congênere;
>
> III, dispôr de edifícios e instalações apropriadas ao ensino a ser ministrado;
>
> IV, possuir corpo docente idôneo no ponto de vista moral e científico;
>
> V, instituir o provimento por concurso das vagas que ocorreram no corpo docente, a partir do início da inspeção preliminar;

6 Conforme decreto n°20.179 de 6 de julho 1931 e decreto n°23.546 de 5 de dezembro 1933.

> VI, dispôr de fontes de rendas próprias para a garantia de regular funcionamento pelo prazo mínimo de três anos;
>
> VI, possuir administração e escrita financeira regularmente organizadas;
>
> VIII, limitar a matrícula, em cada série do curso, de acôrdo com a capacidade didática das instalações.

Após a inspeção, caberia ao auxiliar técnico fazer relatório a ser submetido ao Conselho Nacional de Educação, que deveria decidir sobre o reconhecimento dos diplomas expedidos pelos institutos de ensino superior, no caso a UDF, como válidos para o exercício profissional no território da República. Tal procedimento obedecia aos trâmites necessários às novas instituições de ensino superior (Institutos Livres, Escolas Livres ou Faculdades) que se instalavam no país. Costa Ribeiro foi designado para executar tais atividades ainda na Escola de Arquitetura de Belo Horizonte em 1937. A partir de 1938 passou a ser comissionado para exercer função semelhante a de auxiliar técnico, já que a partir do referido ano não era mais permitido ao funcionário público acumular funções remuneradas, assunto que será tratado ainda no capítulo 2. Em 1938 fez parte da comissão designada pelo Ministério da Educação e Saúde, à frente o ministro Gustavo Capanema, para proceder a verificação sobre a organização e funcionamento da Escola de Belas Artes de São Paulo. Em 1939 foi designado para a mesma comissão com o fito de verificar junto à Faculdade de Filosofia e no ano seguinte as Faculdades Católicas de Filosofia e de Direito, que requeriam autorização para funcionamento junto ao ministério já citado.

Em 1938 foi baixado decreto[7] que dispunha sobre o sistema legal de unidades de medida e sobre o uso de medidas e instrumentos de medir, criando também a Comissão de Metrologia. Tal decreto foi instituído, pois se considerava que a legislação vigente no Brasil sobre pesos e medidas[8] já se tornara, além de antiquada, técnica e juridicamente inaplicável. Costa Ribeiro foi um dos participantes da comissão redatora do projeto de regulamentação de que tratava o referido decreto, sob a responsabilidade do Instituto Nacional de Tecnologia (INT). Sobre esses trabalhos, o físico Bernhard Gross enfatiza:

> [...] eu passei a ser, acho que diretor da Divisão de Metrologia[...]. Então, fez-se o Regulamento de Metrologia. Na lei não tivemos participação, pelo que me lembro, mas no regulamento sim. Inclusive o Costa Ribeiro fez a tabela de unidades. É uma tabela que dava os nomes, os símbolos e os valores das diferentes unidades, que eram anexas à lei (GROSS,1976).

Concluído os trabalhos, em janeiro do ano seguinte, Costa Ribeiro entregou-os à Comissão de Metrologia, subordinada Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio. Em 1942 o citado autor foi designado para exercer a função de membro consultor da Comissão de Metrologia e no ano seguinte a de professor de Física do curso de formação de metrologistas.

---

7 Decreto - lei nº. 592 de 4 de agosto 1938.

8 As unidades componentes do sistema de medidas legal no Brasil são as adotadas nas Conferências Gerais de Pesos e Medidas, reunidas por força da Convenção Internacional do Metro, de 20 de maio de 1875.

O início da Era Vargas e a Universidade do Distrito Federal

Naturalmente, Costa Ribeiro presenciava os acontecimentos da década de 1930, que teriam influências na sua carreira docente. Ao se transitar pela referida década, não se pode ficar alheio aos acontecimentos surgidos pela chegada de Getúlio Vargas ao poder político central brasileiro. Vargas, ao se tornar Presidente, em novembro de 1930, nomeou interventores federais para administrar estados e capitais brasileiras. Tais interventores faziam parte do conjunto que o apoiou e o conduziu à Presidência da República, que culminou na saída do Presidente Washington Luís e no impedimento da posse do candidato Júlio Prestes, eleito no pleito de março de 1930. Assim, Vargas, após a revolução de 1930, pôs fim à política velada conhecida como *Café com Leite*. Entre os interventores nomeados por Vargas, estava o médico Pedro Ernesto Batista, que administrou o Distrito Federal entre 1931 e 1935. Para criar uma imagem do período em que Pedro Ernesto esteve à frente da Prefeitura do Distrito Federal, recorremos a Cachapuz (2001).

Natural de Recife, o interventor Pedro Ernesto nasceu no dia 25 de setembro de 1884. Seu pai, um pequeno comerciante na capital pernambucana e líder maçônico exerceu influência marcante em sua formação. Ele completou seus estudos básicos na sua cidade natal e iniciou o curso de Medicina em Salvador, concluindo-o em 1908 no Distrito Federal. No ano seguinte casou-se com Maria Evangelina Duarte Batista. Em 1918 fundou a casa de saúde Pedro Ernesto especializada em obstetrícia, cirurgia e ginecologia. Sendo considerado um

excelente cirurgião ele alcançou, rapidamente, grande reputação e prosperidade. Em 1924 inaugurou um hospital mais espaçoso e melhor equipado, construído com o apoio de comerciantes portugueses.

Em 1922, Pedro Ernesto aderiu ao primeiro levante tenentista conhecido como a Revolta do Forte de Copacabana, deflagrado em 5 de julho na então capital brasileira. Através do capitão João Aníbal Duarte, primo de sua esposa e ajudante de ordens do marechal Hermes da Fonseca (Sobre Hermes da Fonseca havia uma ordem de prisão dada pelo presidente Epitácio Pessoa e que foi o estopim da revolta) associou-se ao movimento sem, contudo, ter tido participação direta. Em outubro de 1924 aliou-se à conspiração chefiada pelo capitão-de-mar e guerra Protógenes Guimarães que pretendia mobilizar os integrantes dos navios da esquadra ancorados na baía de Guanabara, em apoio ao movimento chamado Segundo 5 de julho, outro levante tenentista ocorrido, porém, em São Paulo, que tinha como objetivo final derrubar o presidente Arthur Bernardes. Protógenes e Pedro Ernesto foram presos; o último foi solto, poucos dias depois, devido à interferência de seu tio-avô André Cavalcante, presidente do Supremo Tribunal Federal entre 1924 e 1927.

Enquanto a Coluna Prestes percorria o interior do Brasil para escapar do cerco imposto pelo Exército Brasileiro, eclodiam pelo país várias tentativas de rebelião, uma delas ocorrida em maio de 1925 no Rio de Janeiro, sucumbindo ao fracasso. Pedro Ernesto fez, então, de sua casa de saúde um ponto de refúgio para os ‘tenentes” perseguidos pela polícia e ponto de encontro, até a vitória da revolução de 1930, prestando socorros médicos aos revolucionários. Em 1929 o presidente Washington

Luís passou por cirurgia tendo como médico cirurgião o próprio Pedro Ernesto, que tinha seu hospital constantemente invadido pela polícia.

Em 1929 Pedro Ernesto aderiu à Aliança Liberal, coalizão formada pelos estados de Minas Gerais, Rio Grande do Sul e Paraíba, a fim de concorrer ao pleito eleitoral de março de 1930, que tinha como candidato a presidente Getúlio Vargas, do Rio Grande do Sul, e vice-presidente João Pessoa, da Paraíba. Pedro Ernesto participou da campanha de Getúlio Vargas no Rio de Janeiro. Com a derrota da Aliança Liberal, ele participou, ativamente, do levante revolucionário que depôs o presidente Washington Luiz, em 24 de outubro de 1930, e que conduziu Vargas, em 3 de novembro, ao poder político central brasileiro.

Em novembro, Pedro Ernesto foi nomeado por Vargas diretor da Assistência Hospitalar do Distrito Federal. Tornou-se também médico particular do Presidente, chegando a salvar a vida de Lutero Vargas - filho de Getulio Vargas - ferido em um acidente de automóvel. Evitou também a amputação da perna da esposa do Presidente, Darci Vargas, envolvida em outro acidente de automóvel.

Em setembro de 1931 Pedro Ernesto foi designado, por Vargas, interventor no Distrito Federal. Em 1933 participou da comissão organizadora do Partido Autonomista do Distrito Federal fundado em março daquele ano. Dois meses depois de sua fundação, o Partido Autonomista elegeu seis dos dez representantes do Rio de Janeiro à assembléia constituinte. Projetava-se então como líder partidário de maior influência no Distrito Federal. Com estilo próprio de administração foi considerado como o precursor do populismo empregado por Vargas anos

mais tarde, de quem foi partidário na eleição para a presidência da república, pela Assembléia Constituinte, o que ocorreu em julho de 1934, bem como a promulgação da constituição. Para outubro do mesmo ano estavam marcadas as eleições legislativas e o Partido Autonomista obteve grande vitória sobre o seu principal adversário, o Partido Economista, elegendo 8 dos 10 representantes do Rio de Janeiro para a câmara dos deputados e 20 dos 24 representantes para a câmara municipal. Com ampla representação, os vereadores do Partido Autonomista elegeram Pedro Ernesto prefeito do Distrito Federal, tornando-o o primeiro governante eleito, indiretamente, da capital brasileira.

Como interventor e como prefeito, Pedro Ernesto teve uma administração marcada por importantes realizações, principalmente na área da educação e da saúde. No início da década de 1930, o Rio de Janeiro dispunha de uma população de um milhão e meio de habitantes e uma rede de escolas e hospitais precários. À frente da Diretoria Geral de Instrução Pública, Pedro Ernesto tinha Anísio Teixeira, defensor de um sistema escolar público, gratuito, obrigatório e leigo. Durante o período em que foi diretor, Teixeira construiu 30 escolas e fez uma ambiciosa reforma educacional. Pedro Ernesto também era contrário ao ensino religioso nas escolas públicas, motivo pelo qual sofreu duras críticas dos meios católicos, quando se opôs ao projeto de introdução do ensino religioso, no início de 1935. No departamento de saúde, Pedro Ernesto contou com Gastão Guimarães que entre as realizações estavam o reequipamento da rede hospitalar, a construção dos hospitais Getúlio Vargas, Carlos Chagas e Miguel Couto e vários centros de saúde. Também foram realizadas obras de saneamento que melhoraram sensivelmente as condições sanitárias da cidade, em especial nos bairros dos subúrbios.

Em março de 1935, Pedro Ernesto cedeu à Aliança Nacional Libertadora (ANL), o teatro João Caetano para que o referido grupo político fizesse sua sessão inaugural. Mesmo com a aprovação da Lei de Segurança Nacional, em abril do mesmo ano, ele assegurava liberdade de atuação da ANL na capital do país. Em maio cedeu o Instituto de Educação à União Feminina do Brasil para uma manifestação contra o fascismo. Após tal fato, apoiou a criação da União Trabalhista do Distrito Federal, entidade composta por dirigentes sindicais e por intelectuais ligados à ANL. Em junho do mesmo ano condenou o fechamento da ANL.

Em novembro de 1935 ocorreu a Intentona Comunista, com levantes em algumas capitais brasileiras e, em particular, no Rio de Janeiro, sucumbindo ao fracasso. Pedro Ernesto passou, então, a ser um dos principais alvos da campanha anticomunista, bem como seu secretário de educação, Anísio Teixeira. Além de não ter participação no levante, Pedro Ernesto avisou ao presidente Vargas em 26 de novembro daquele ano da iminente deflagração.

Em fevereiro de 1936, o presidente da Comissão Nacional de Combate ao Comunismo, o deputado Adalberto Correia, propôs a Vicente Rios, Ministro da Justiça, as prisões de Anísio Teixeira, Pedro Ernesto e seu filho Odilon Bastos, o que não ocorreu.

Em abril do mesmo ano, Pedro Ernesto foi preso, assumindo a prefeitura - interinamente - o padre Olímpio de Melo, presidente da Câmara Municipal, eleito pelo Partido Autonomista, e com quem Pedro Ernesto já não possuía boas relações. Ao aproximar-se o julgamento de Pedro Ernesto, Vargas nomeou Olímpio Melo como interventor no Distrito Federal, em março de 1937. Em julho, Olímpio Melo renunciou ao cargo de interventor,

sendo nomeado em seu lugar Henrique Dodsworth, do Partido Economista Democrático. Pedro Ernesto enfim foi julgado em maio juntamente com outros acusados do levante comunista de 1935 e, apesar de negar as acusações de apoio e participação ao levante, foi condenado a três anos e quatro meses de prisão. Em setembro foi absolvido pelo Supremo Tribunal Militar, sendo solto. Ao sair anunciou sua adesão à candidatura de Armando Sales de Oliveira à Presidência da República em 1938, que não ocorreu devido ao Estado Novo. Em outubro, após o forjado Plano Cohen, que tinha como falso objetivo a derrubada do Governo pelos comunistas, entrou em vigor o estado de guerra. Pedro Ernesto seguiu então para São Paulo, dias depois, a fim de comunicar ao general executor do estado de guerra, naquela unidade da federação, a sua viagem à Argentina (com o intuito de se exilar). Foi preso após o general entrar em contato com seus superiores. O seu filho, que se encontrava na capital brasileira, também foi preso. Pedro Ernesto foi solto em janeiro de 1938, retornando ao Rio de janeiro após cumprir prisão domiciliar em Campanha (MG). Passou ainda por um processo humilhante, quando foi acusado por desvio de material da prefeitura , juntamente com outros funcionários, sendo julgado e absolvido em agosto de 1939. Faleceu no Rio de Janeiro em agosto de 1942. Seu sepultamento foi marcado por homenagens oficiais e grande manifestação popular.

Em Rocha (1992) encontra-se a experiência administrativa de Anísio Teixeira antes de assumir a Diretoria Geral de Instrução Pública do Distrito Federal.

Natural de Caetité, Bahia, Anísio Spínola Teixeira nasceu em 12 de julho de 1900 e era filho do fazendeiro Deocleciano Pires Teixeira e de Ana Spínola Teixeira. Ele iniciou seus estudos na

sua cidade natal, concluindo em Salvador o curso secundário no tradicional colégio católico Antônio Vieira, entrando em seguida no curso de direito na capital baiana e concluindo-o no Distrito Federal em 1922. Foi nomeado em 1924 pelo governador Góis Calmon, Inspetor Geral do Ensino na Bahia, revelando-se grande administrador, reformulando o sistema educacional, dobrando o orçamento destinado à educação e triplicando o número de matrículas no sistema educacional. Em 1925 e 1927, viaja à Europa e aos Estados Unidos, respectivamente, a fim de conhecer novos sistemas de ensino com o objetivo de aperfeiçoar os serviços de educação na Bahia. Permaneceu à frente do órgão educacional até 1928 quando retornou aos Estados Unidos para realizar o curso de pós-graduação no Teachers College da Columbia University, obtendo no ano seguinte o título de *Master of Arts*. Nesse período conheceu o filósofo e educador John Dewey, cujas ideias passou a difundir - no Brasil - ao longo de sua vida.

Em outubro de 1931 Anísio Teixeira foi nomeado Diretor Geral de Instrução Pública do Distrito Federal, substituindo seu amigo, o educador Fernando de Azevedo, permanecendo no cargo até 1935, ano em que a referida Diretoria foi transformada em Secretaria Geral de Educação e Cultura (FÁVERO e LOPES, 2009).

Anísio Teixeira era um dos mais ilustres representantes da ala dos liberais da Associação Brasileira de Educação (ABE), que desde 1922 esteve à frente do órgão municipal de educação do Distrito Federal, realizando importantes reformas, tal como os seus antecessores Carneiro Leão, à frente da referida Diretoria entre 1922 e 1926, que reformulou o ensino primário, e Fernando de Azevedo, de 1927 a 1931 (LEITE LOPES, 2004).

À frente do órgão educacional, Anísio Teixeira organizou a rede municipal de ensino da pré-escola à universidade. A estruturação do ensino público na capital brasileira não foi tarefa fácil, e o mencionado Diretor Geral a fez em meio a conflitos de ideias e de interesses de seus opositores - os conservadores da educação - mas recebeu também o apoio de personagens respeitáveis do magistério da capital da República. Em 1935 ele atinge o ápice de sua estruturação ao criar a Universidade do Distrito Federal, motivo pelo qual passou a sofrer, abertamente, fortes ataques do seu opositor, o líder católico Alceu Amoroso Lima. Este o acusava de ser simpatizante da ANL e de pretender implantar uma educação socialista na capital da República. Tal oposição fica clara, quando, em junho deste mesmo ano, Amoroso Lima envia uma carta ao Ministro Gustavo Capanema situando a posição dos católicos e cobrando do Governo medidas enérgicas de repressão ao comunismo. Em tal carta, Amoroso Lima considera indispensável ao Governo "organizar a educação e entregar os postos de responsabilidade nesse setor importantíssimo a homens de toda confiança moral e capacidade técnica, e não a socialistas como o Diretor do Departamento Municipal de Educação" (Amoroso Lima, 1935 *apud* FÁVERO e LOPES, 2009), uma referência direta a Anísio Teixeira. A oposição do citado líder católico à criação da UDF fica registrada na citada carta:

> O espetáculo do Brasil de hoje ofereceu-nos a oportunidade de algumas considerações, que sou levado a repetir-lhe por carta, não só pela nossa velha amizade, mas ainda por ser você a mais alta autoridade de nossa organização educativa. A recente fundação de uma Universidade Municipal, com a nomeação de certos diretores de Faculdades que não

> escondem suas ideias e pregação comunistas, foi a gota d'água que fez transbordar a grande inquietação dos católicos.
>
> Para onde iremos por esse caminho? Consentirá o governo em que, à sua revelia mas sob sua proteção, se prepare uma geração inteiramente formada dos sentimentos mais contrários à verdadeira tradição do Brasil e aos verdadeiros ideais de uma sociedade sadia? (FÁVERO e LOPES, 2009)

Não somente Anísio Teixeira foi perseguido por Amoroso Lima. O líder católico já havia estado em cena quando se opôs veementemente à nomeação de Fernando de Azevedo para a Diretoria Nacional de Educação, ameaçando - caso ocorresse tal indicação - cessar toda colaboração com o Ministério da Educação. Tal atitude não era uma novidade por parte da ala católica. Em abril de 1931, o então Ministro da Educação Francisco Campos enviou carta a Getúlio Vargas explicando um decreto[9] que deveria ser assinado pelo Presidente, tornando facultativo o ensino religioso nas escolas oficiais e favorecendo a Igreja Católica, que seria mobilizada ao lado do Governo para apreciá-lo, colocando a serviço dessa mobilização a opinião nacional (LEITE LOPES, 2004).

Diante de fortes pressões, em 1° de dezembro de 1935, Anísio Teixeira encaminhou carta a Pedro Ernesto solicitando a sua exoneração da então Secretaria Geral de Educação e Cultura. A exoneração foi aceita no dia seguinte, tendo Anísio Teixeira seu trabalho enaltecido pelo prefeito do Distrito Federal.

---

9 Decreto n° 19.941 de 30 de abril de 1931-Dispõe sobre a instrução religiosa nos cursos primário, secundário e normal

Em sua carta de exoneração, Anísio Teixeira escreveu:

> Conservo em meio de toda confusão momentânea, as minhas convicções democráticas, as que me dirigiram e aumentaram todo o meu esforço, em quatro anos de trabalho e de lutas incessantes, pelo progresso educativo do Distrito Federal e reivindico mais uma vez, para essa obra que é do Distrito Federal e não somente minha, o seu caráter absolutamente republicano e constitucional e a sua intransigente imparcialidade democrática e doutrinária (ANÍSIO,1935 *apud* LEITE LOPES, 2004)

Exonerado, o citado ex-Secretário recebeu o apoio de colaboradores dos serviços de educação da capital brasileira. No mesmo dia em que ele encaminhou a sua carta de exoneração, Afrânio Peixoto e Roberto Marinho de Azevedo - da UDF, Antonio Carneiro Leão, Gustavo Lessa, entre outros, subscreveram o abaixo assinado:

> Nós, abaixo firmados, colaboradores do Dr. Anísio Spínola Teixeira nos serviços de educação do Distrito Federal, onde prestou, em quatro anos, maiores benefícios à sua causa escolar do que qualquer outro brasileiro em sua existência, vimos firmar nossa surpresa ao ato que o afastou daquela administração.
>
> Espontaneamente demissionários, temos a ombridade de declarar nossa inabalável convicção, hauridos em testemunho quotidiano, que o Dr. Anísio Teixeira se manteve alheio a qualquer ideologia política subversiva da

> ordem constitucional, exclusivamente voltado à cultura nacional, pela educação e só com a educação. (PEIXOTO *et al.* , 1935 *apud* FÁVERO e LOPES,2009)

Quando assumiu a Diretoria Geral de Instrução Pública do Distrito Federal, em 1931, Anísio Teixeira já começava a reestruturar o ensino na capital brasileira, e para tal envia ofício a Costa Ribeiro:

> Designo-vos para fazerdes parte da Comissão que deverá estudar uma melhor distribuição dos serviços de ensino e administração no systema escolar do Distrito Federal.
>
> A aludida comissão, que funcionará sob minha presidência, será também constituida pelos Srs. Dr. Eduardo Bastos Agostini-Diretor da Escola Souza Aguiar, Dr. José Paranhos Fontenelle-docente da Escola Normal e Raul Werneck Teixeira de Castro- chefe da secção interino
>
> Apresento-vos a s minhas cordiaes saudações (fonte: acervo Costa Ribeiro –MAST)

Em março do ano seguinte Anísio Teixeira transformou a antiga Escola Normal do Distrito Federal em Instituto de Educação. O Instituto era composto por uma escola secundária[10], uma Escola de Professores em nível superior, e escolas de aplicação para as práticas docentes: pré-escola e escola primária. O Instituto de Educação do Distrito Federal "seria o centro

10 A escola secundária respeitava o modelo implementado pela reforma do Ministro Francisco Campos, em 1931.

responsável pela formação e aperfeiçoamento dos profissionais que deveriam reger as classes de alunos da rede educacional da cidade, enquanto sua Escola de Professores constituiu-se na primeira tentativa, no Brasil, de formar os antigos *professores primários* em curso superior" (LOPES, FÁVERO e LOPES,2009).

Quando foi criada, a UDF incorporou o Instituto de Educação e a Escola de Professores passou a ser denominada de Escola de Educação. Teve então sua função ampliada, passando agora a formar tanto professores para a escola primária, como já fazia, como também promover a formação pedagógica de professores secundários (FAVERO e LOPES,2009).

Costa Ribeiro tornou-se professor de Física da Escola Secundária do Instituto de Educação, após concurso de títulos, em 1935, ano em que o referido Instituto foi incorporado à UDF.

As primeiras universidades brasileiras foram de fato criadas na década de 1930. Em 1934 foi criada a Universidade de São Paulo (USP) e em 1935 a UDF. A UDF teve como primeiro Reitor, o médico Afrânio Peixoto, que juntamente com Anísio Teixeira recrutou diretores e professores daquela instituição.

Natural de Lençóis, Bahia, Júlio Afrânio Peixoto nasceu em 17 de dezembro de 1876, filho de Francisco Peixoto e Virgínia Morais Peixoto. Diplomou-se na Faculdade de Medicina da Bahia em 1897. Foi catedrático de Medicina Pública na Faculdade Livre de Direito de Salvador em 1902. No ano seguinte mudou-se para o Distrito Federal tornando-se inspetor sanitário da saúde pública. Em 1904 passou a exercer a função de diretor do Hospital Nacional de Alienados. Dois anos depois exerceu, interinamente, as Cadeiras de Higiene e Saúde e Medicina Legal na Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro. Entre 1907 e 1911

dirigiu o Serviço Médico Legal da Polícia. Eleito para a Academia Brasileira de Letras (ABL) em 1910 ocupou a cadeira antes pertencente a Euclides da Cunha. Em 1923 tornou-se presidente da ABL. Em 1915 Afrânio Peixoto assumiu a direção da Escola Normal e também se tornou catedrático da Faculdade de Direito do Rio de Janeiro. No ano seguinte assumiu o cargo de diretor da Instrução Pública do Distrito Federal. Entre 1924 e 1930 foi deputado federal pela Bahia. Afrânio Peixoto foi ainda membro da Academia de Ciências de Lisboa e do Instituto de Medicina de Madri. Faleceu no Rio de Janeiro em 1942 (PEIXOTO, 2010).

Em Fávero e Lopes (2009) encontra-se a história da criação e estruturação da UDF. Idealizada por Anísio Teixeira, a UDF foi instituída por decreto[11] de Pedro Ernesto Batista, quando interventor, em 4 de abril de 1935. No dia seguinte ao decreto de criação Afrânio Peixoto foi nomeado Reitor da nova Universidade.

Em maio, o Reitor Afrânio Peixoto foi a Europa para representar o Brasil na inauguração do Instituto Luso-Brasileiro de Arte e Cultura, em Portugal, e no Congresso Internacional de Educação realizado na Inglaterra. Durante sua ausência, Anísio Teixeira passou a acumular as funções de Secretario Geral de Educação e Cultura e Reitor interino. Afrânio Peixoto aproveitou o período em que esteve na Europa para convidar professores franceses para a UDF. Para esse fim foi auxiliado pelo professor George Dumas, da Universidade de Sorbonne. Esses professores chegaram ao Brasil no início de 1936.

---

11 Decreto nº 5513.

Em junho de 1935, Anísio Teixeira acumulando as funções de Secretário Geral de Educação e Cultura e Reitor interino, baixou as instruções N°1 que organizavam as Escolas que compunham a Universidade, e que vigorariam enquanto não fossem decretados os estatutos da Instituição.

A UDF era composta por cinco Escolas: Escola de Educação, Escola de Ciências, Escola de Economia e Direito, Escola de Filosofia e Letras e Instituto de Artes. Além dessas, era também constituída por instituições complementares, sendo elas: Biblioteca Central de Educação, Escola-Rádio, Escola Secundária do Instituto de Educação, Escola Elementar do Instituto de Educação, Jardim de Infância do Instituto de Educação, Escola Secundária Técnica João Alfredo, Escola Elementar Experimental Barbara Ottoni e uma escola maternal experimental (a ser instalada).

As Escolas da UDF eram destinadas, principalmente, a formar professores para o ensino secundário, mas também organizada como centro de investigação e pesquisa. A Escola de Ciências era composta pelas seguintes seções: Ciências Matemáticas, Ciências Físicas e Ciências Naturais. Para atender a referida Escola foram criadas cinco Cadeiras para o ensino das disciplinas, sendo elas: Matemática; Física e Química-Física; Química Geral, Inorgânica e Orgânica; Biologia Geral e Zoologia; Botânica e a última composta por Mineralogia e Geologia. Cada Cadeira era regida por um professor que era auxiliado por assistente(s), ou como chamado(s) informalmente, professores assistentes, todos contratados inicialmente.

Durante três anos, tempo destinado à formação de professores secundários, o aluno deveria frequentar cursos de fundamentos, de conteúdo e de integração profissional. Os cursos de fundamentos compreendiam as matérias biologia e sociologia

educacional como também desenho e belas artes. Os cursos de integração profissional compreendiam Estudos de Educação, Psicologia Educacional, Medidas Educativas, Organização e Programas da Escola Secundária, Filosofia da Educação e Prática do Ensino Secundário. Finalmente, o curso de conteúdo compreendia as matérias especificas do curso escolhido.

O candidato, que pretendesse ingressar na UDF, deveria escolher um dos cursos de conteúdo de cada Escola. Na Escola de Ciências, os cursos de conteúdos oferecidos eram: Curso de Professor de Matemática[12], Curso de Professor de Física[13], curso de Professor de Química[14] e curso de Professor de História Natural[15].

Para o ingresso, naquele ano, eram exigidos, além do curso secundário, exames vestibulares. Quem optasse por um dos cursos oferecidos, pela Escola de Ciências, havia um conteúdo específico para cada curso, assim quem fosse prestar vestibular para o curso de Matemática tinha como programa geral os temas: Complementos de Álgebra, Álgebra Superior, Noções de Geometria Descritiva, Elementos de Geometria Analítica e final-

---

12 Quem optasse por esse curso, deveria cursar também disciplinas de Física.

13 Devendo cursar também disciplinas de matemática e Química – Física.

14 Devendo cursar também disciplinas de Matemática e Física (com programa menor), além das disciplinas química geral, química inorgânica, química orgânica e química-física, inerentes ao curso

15 Devendo cursar também disciplinas de Matemática - com programa menor, além dos cursos gerais de Mineralogia e Geologia, Biologia Geral e Zoologia, Botânica. Dentro do curso de Historia Natural, quem optasse pela Mineralogia e Geologia faria curso especial de Mineralogia, Geologia e Física (com programa menor). Quem optasse por Zoologia ou Botânica faria curso especial de zoologia ou botânica, além de química (com programa menor)

mente Física. O curso de Física tinha o mesmo programa geral de Matemática acrescido de Química Orgânica e, naturalmente, Física. O curso de Química tinha no programa Física, Química Inorgânica e Química Orgânica. E o curso de História Natural tinha o mesmo programa de Química acrescido de Mineralogia e Geologia bem como Zoologia e Botânica. Era previsto que se o candidato apresentasse certificado de aprovação nas disciplinas correspondentes ao curso escolhido em Escolas Superiores, ou equivalentes, estaria dispensado, a critério das bancas examinadoras, dos exames vestibulares.

Juntamente com Anísio Teixeira, Afrânio Peixoto começou a compor o quadro de Diretores das Escolas, ainda em 1935, sendo nomeados: Roberto Marinho de Azevedo - Diretor da Escola de Ciências, Hermes Lima – Diretor da Escola de Economia e Direito, Edgardo Castro Rebello – Diretor da Escola de Filosofia e Letras, Celso Octavio do Prado Kelly – Diretor do Instituto de Artes e Manoel Bergström Lourenço Filho – Diretor da Escola de Educação. Logo no seu primeiro ano de existência, a UDF, em especial a Escola de Ciências, contou com importantes nomes no seu quadro docente, tais como o físico alemão Bernhard Gross, do Instituto Nacional de Tecnologia, nomeado para professor da Cadeira de Física; Lélio Gama, da Escola Politécnica e do Observatório Nacional, nomeado para professor da Cadeira de Matemática; Lauro Travassos, do Instituto Oswaldo Cruz, nomeado para professor da Cadeira de Zoologia; Alberto José de Sampaio, do Museu Nacional, nomeado para professor da Cadeira de Botânica; Djalma Guimarães, do Serviço Geológico e Mineralógico, nomeado para professor da Cadeira de Mineralogia e Geologia e Alfredo Schaeffer, nomeado para professor da Cadeira de Química. Para assistentes

das cadeiras foram contratados: Plínio Sussekind da Rocha – Física, Herman Lent – Zoologia, Viktor Leinz – Mineralogia e Zoologia, Francisco Mendes de Oliveira Castro – Matemática, Carlos Viana Freire – Botânica e Durval Potyguara Esquerdo Curty – Química.

Merece destaque ainda, Gilberto Freire, nomeado para professor da Cadeira de Antropologia e Sociologia Geral, da Escola de Economia e Direito; Heitor Villa-Lobos, nomeado para professor da Cadeira de Música e Canto Orfeônico; Cândido Portinari, nomeado para professor da Cadeira de Pintura Mural e Lúcio Costa nomeado para professor da Cadeira de Arquitetura, todos os últimos citados pertencentes ao Instituto de Artes. Registra-se ainda a presença, no quadro docente, da poeta Cecília Meirelles e do historiador Sérgio Buarque de Holanda.

As inscrições para o vestibular foram abertas no dia 22 de junho, prevendo o início letivo para julho e término em março de 1936. As aulas iniciaram com um total de 106 alunos matriculados nos cursos lecionados na Escola de Ciências, 54 nos cursos oferecidos na Escola de Economia e Direito, 25 nos cursos lecionados na Escola de Filosofia e Letras, 77 nos cursos oferecidos no Instituto de Artes e 530 matriculados nos cursos oferecidos na Escola de Educação.

Anísio Teixeira e Afrânio Peixoto priorizaram na criação da UDF a estruturação do corpo docente e a organização dos cursos, assim a UDF congregava intelectuais de expressão no país como professores, mas não contava com uma sede ou um *campus*, que estavam nos planos dos dois citados dirigentes, mas não para pôr em prática naquele momento. A estrutura física da UDF era composta por instalações escolares já existentes e

as construídas por Anísio Teixeira, onde se alocava suas Escolas. Um bom exemplo é a Escola de Economia e Direito, inicialmente alocada no Colégio Pedro II, transferindo-se depois para a Escola Rodrigues Alves, onde já funcionava a Escola de Filosofia e Letras e o Instituto de Artes e, finalmente, em 1938 transferida para a Escola José de Alencar. A reitoria funcionava no prédio do Instituto de Educação, onde funcionava também a Escola de Educação. As aulas da Escola de Ciências, incluindo laboratórios, eram ministradas em instituições de onde provinham seus professores, como o Instituto Manguinhos[16], Escola Politécnica e Hospital do Distrito Federal.

Em dezembro de 1935, Anísio Teixeira, exonerado, foi substituído por Francisco Campos. Também foram exonerados, e presos, Afrânio Peixoto, Edgardo Castro Rabello, Hermes Lima, entre outros. Afrânio Peixoto foi substituído pelo vice-reitor e professor da Escola de Ciências, Miguel Osório de Almeida, até o inicio de 1936, quando em março Affonso Penna Júnior assumiu a reitoria até novembro de 1937. Em janeiro de 1938 assumiu como reitor Alceu Amoroso Lima, que permaneceu até setembro, quando assumiu o novo reitor, José Baeta Viana, respondendo até janeiro do ano seguinte.

O ano letivo de 1936, na UDF, iniciou com as conferências da Missão Universitária Francesa, composta por professores contratados por Afrânio Peixoto no ano anterior. Esses professores eram das mais diversas instituições francesas: Émile Bréchier, professor de História da Filosofia da Universidade de Paris; Etienne Souriou , professor de Filosofia do Liceu da Universidade D'aix-em-Provence e de Lyon; Eugene Albertine, professor de

16 Atual FIOCRUZ (Fundação Instituto Oswaldo Cruz)

Civilização Romana no Collège de France, Jacques Perret, professor de Língua e Literatura na Universidade de Montpellier; Jean Bourciez, professor de Filologia Romana na Faculdade de Letras de Montpellier.

A UDF, já sendo dirigida pelo novo Reitor, Affonso Penna, ainda era alvo de críticas daqueles que eram contrários à sua criação, por não possuir uma sede. Affonso Penna em entrevista ao *O Jornal* em 1936 reconhece tal deficiência e sai em sua defesa lembrando que a Sorbonne, em seus primeiros anos era chamada de '*Domus Magistrorum Pauperrima* - Casa Pobríssima de Mestres' (PINTO, FAVERO E LOPES, 2009). Austregésilo de Athayde publicou um artigo no *Diário da Noite* em defesa da UDF "traçando um paralelo entre essa Universidade e a centenária Universidade de Londres" (idem, ibdem) escrevendo: "há quem estranhe que se tenha fundado aqui uma universidade para quatro ou cinco dúzias de rapazes e que haja nela quase tantos professores quanto alunos matriculados"(idem, ibdem), e conclui: "o que importa para a organização de uma universidade é o espírito que ordena e preside ao seu nascimento." (ATHAYDE, 1936 *apud idem, ibdem*).

Em fevereiro de 1938 ocorreu a solenidade de formatura da primeira turma de professores da UDF, num total de 127 formandos.

Em 21 de maio do citado ano, o interventor Henrique Dodsworth juntamente com Paulo de Assis Ribeiro, Secretário Geral de Educação e Cultura do Distrito Federal publicaram decreto[17] reorganizando a UDF, descaracterizando a Universidade. As Escolas receberam a denominação de Faculdades, perdendo

---

17 6215, de 21 de maio de 1938.

o seu caráter formador de professores secundários. O corpo docente passou a ser constituído por professores catedráticos, professores adjuntos e assistentes além do professor chefe de seção. Para a 5ª seção, composta pelo curso de Física, foram criadas duas Cadeiras: uma de Física Teórica e outra de Física Experimental (incluindo física-química). Oito meses depois, a UDF seria incorporada à Universidade do Brasil.

O conhecido geneticista brasileiro Oswaldo Frota-Pessoa graduou-se em História Natural na UDF, e nos apresenta a sua ligação com essa Universidade e as consequências para a sua carreira profissional:

> Naquele tempo não havia muitas opções fora das carreiras clássicas: medicina, engenharia ou direito. O fato extraordinário foi a fundação da Universidade do Distrito Federal (UDF), que oferecia o curso de Historia Natural, entre outros. Isso ocorreu em 1935. Um belo dia, estava passando pela Cinelândia [bairro central do Rio], quando encontrei um colega do curso secundário, Newton Dias dos Santos, que me contou sobre a nova universidade. Corremos para fazer a matricula e isso mudou meu destino.
>
> A UDF foi criada por Anísio Teixeira[...]. Anisio era grande inovador e tinha claro que era preciso mudar o ensino no país.
>
> Na turma de Historia Natural, em que entrei – a primeira da nova universidade – éramos 18 estudantes. Havia um desejo de mudança, em direção ao que propagava o manifesto dos Pioneiros da Educação Nova, redigido por Fernando de Azevedo em 1932.

Anísio Teixeira queria formar excelentes professores secundários, mas também pesquisadores que promovessem o avanço do conhecimento. Para formar o quadro docente da Universidade, ele fez questão de procurar os melhores cientistas da época. Foi assim que conseguiu atrair para nosso curso chefes de pesquisa como Lauro Travassos, Viktor Leinz e Herman Lent.

Nosso professor de botânica era Alberto Sampaio, chefe da divisão de Botânica do Museu Nacional. Como nunca tinha dado aulas, propôs em nosso primeiro encontro que estudássemos famílias de plantas pouco conhecidas no Rio

Sugeriu que cada equipe de alunos estudasse uma família, usando o herbário do museu. Lançamo-nos diretamente na pesquisa. No meu caso, publiquei com um colega, Alcides Lourenço Gomes, meu primeiro artigo cientifico antes mesmo de terminarmos a graduação:'As saxifagáceas na flora fluminense', em 1938, na revista da flora medicinal.

Comecei ensinando ciências logo que me formei e permaneci 20 anos como professor do estado.

No final da faculdade de medicina, que cursei simultaneamente à de historia natural, fui fazer o curso de aplicação do Instituto Oswaldo Cruz, que me introduziu a pesquisa biomédica. Conheci assim grandes pesquisadores, discípulos de Oswaldo Cruz.

Minhas relações com a genética também resultaram da criação da Universidade do Distrito Federal. O professor Lauro Travassos, que nos ensinava zoologia, achou que precisávamos ter noções de genética, tema que ganhava importância crescente. Para introduzir-nos no assunto, convidou Gustavo Mendes de Oliveira Castro, pesquisador de Manguinhos, muito culto e atualizado. Na primeira aula ele distribuiu cópias do artigo original do [botânico austríaco Gregor] Mendel [1822-1884] para discussão nas aulas seguintes. Eu me empolguei de tal maneira que fui à Biblioteca Nacional fazer um levantamento histórico sobre a noção de hereditariedade na Antiguidade, e publiquei um artigo sobre o assunto em 1940 na *Revista da flora medicinal*. Publiquei também um artigo de divulgação sobre genética:'por que se parecem os filhos com os pais?' na revista vamos ler. E então veio meu primeiro trabalho sobre ensino: ' o conceito de espécie no curso colegial', que saiu na revista do Museu nacional em 1944. Como se vê, a genética estava me cercando por todos os lados e definindo os três caminhos (entrelaçados) que dominaram minha atividade: a pesquisa, a divulgação e o ensino.

Fui nomeado professor de escola pública em 1938, assim que me formei em historia natural. Foi um período excelente, pois adorava dar aulas. Alguns anos mais tarde estudei as drosófilas na região de Campos de Jordão [SP] e acabei identificando várias espécies novas. Em 1950, reuni esses dados para publicar

> minha tese de doutoramento. Quando retomei minhas atividades como professor secundário, surgiu o convite para ser assistente de biologia e genética na Universidade do Brasil. Foi então que coordenei meu primeiro grupo de pesquisas sobre sistemática das drosófilas. (COSTA,2004).

Em 1958, Oswaldo Pessoa passou a compor o grupo de pesquisa sobre genética da Universidade de São Paulo (USP).

Com referência ao físico Bernhard Gross no seu depoimento e artigo, encontra-se o relato de sua vinda para o Brasil e o papel desempenhado por ele na UDF. A primeira vez que Gross esteve no Brasil era ainda uma criança de oito anos de idade, veio a passeio com sua família em 1914 e na ocasião visitaram o Rio de Janeiro, São Paulo, Porto Alegre e Pelotas. Na visita, sua família fez novos amigos neste país. Em dezembro de 1932, na Alemanha diplomou-se no Instituto de Stuttgart como *Technische Physiker* ou Fisico Técnico, como relatado por ele mesmo[18]:"Era justamente uma das grandes épocas da física alemã" em que ele foi aluno de Planck, de Schrödinger:

> Assisti as aulas do Planck, que eram excelentes, mas não o esperado, porque era tudo preparado direitinho. Ele tinha os cinco volumes de física dele, e praticamente dava esses cinco volumes. Tinha alunos que sublinhavam aquilo que ele dava. No fim,

18 Tive a grande sorte de ter acesso ao diploma de Gross guardado em sua antiga sala no Instituto de Física de São Carlos, e que hoje é ocupada pelo professor Guilherme Leal Ferreira, que com grande simpatia concedeu-me tal oportunidade.

> o livro estava todo sublinhado. Eram por assim dizer, perfeitos, demais. Tinha aulas do Schrödinger, que eram excelentes, inspiravam [...] No tempo em que estudei, o equipamento todo era produzido na oficina do Instituto de Sttutgart. Aliás, não se podia comprar, com pequenas exceções. Por exemplo, não se compravam contadores. Quando começou o contador de ponta, o contador Geiger-Müller não se comprava, todo mundo tinha que fazer (GROSS, 1976).

Em 1932, Gross - ainda trabalhando na Escola de Engenharia na qual se diplomou - enviou o artigo *raios cósmicos*, traduzido para o português e publicado na *Revista Brasileira de Engenharia*, sobre as medidas de radiação cósmica. Tais medidas foram realizadas descendo-se um aparelho no lago de Constanza, na Alemanha, a uma profundidade de 250 metros e também enviando balões sonda a uma altitude de 18 500 metros. "[...]Como soube mais tarde foi inicialmente considerado com alguma desconfiança por tratar de um assunto que naquele tempo pareceu esotérico." (GROSS, 2000), no Brasil.

Em junho de 1933, Gross chegou ao Rio de Janeiro. Sobre os motivos que o trouxeram ao Brasil ele apresenta: "Quando me formei, e vi que era muito difícil arranjar alguma coisa na Alemanha, achei que valia a pena arriscar e tentar a vida aqui" (Gross, 1976). Sobre as informações que tinha da possibilidade de continuar seu trabalho no Brasil, Gross responde: "No fundo eram realmente poucas. Sabia-se que o Brasil era um país que começava a se desenvolver industrialmente. Então, havia a ideia de que não podia deixar de ter possibilidade nesta área. Agora, informações diretas, precisas, não tive" (GROSS, 1976).

Ao chegar à capital da república brasileira, Gross já tinha amigos e parentes. Entre estes amigos da família estava Francisco Venâncio Filho, professor do Instituto de Educação e autor de um livro de Física para escolas secundárias. Foi Venâncio que o apresentou à Escola Politécnica do Rio de Janeiro. Sobre o laboratório de Física da Escola Politécnica, Gross nos conta:

> O laboratório de física da escola dispunha de uma área relativamente ampla, com sala para trabalhos experimentais e realização de exercícios de física, uma coleção de equipamentos clássicos, e um anfiteatro próprio. No que se refere ao material, certamente tinha mais o caráter de um laboratório de ensino de uma escola secundaria avançada do que de uma escola superior. Mas, o que faz a Física é o homem e não o equipamento. E sob este aspecto, a Física da politécnica tinha caráter profissional (GROSS, 2000).

Sobre o ensino de Física na Politécnica, Gross nos apresenta:

> O ensino de Física naquele tempo certamente era profissional, mas não podia deixar de ser influenciado pelo fato de que a Física na Politécnica era uma disciplina auxiliar, dadas nos primeiros anos, e não conduzindo ao desenvolvimento de projetos mais amplos ou trabalhos de pesquisas originais (GROSS, 2000).

Na Escola Politécnica Gross conheceu o catedrático de Física, Dulcídio Pereira, que tinha como assistentes os professores Costa Ribeiro e Eugênio Hime. Foi então convidado para dar

palestra sobre raios cósmicos na Politécnica. Fez três palestras sobre as medidas e elas tiveram uma boa participação. A partir daí fez amizade com o corpo docente de Física da Politécnica. Em novembro fez palestra sobre o mesmo tema, que também teve uma boa participação, no Instituto de Tecnologia, que no ano seguinte se tornou Instituto Nacional de Tecnologia (INT). A palestra foi dada na nova sede do Instituto, que já tinha a maioria dos laboratórios montados.

No acervo de Costa Ribeiro encontra-se que, em dezembro de 1933, foi publicado na revista *Cultura, Técnica e Ciência*, uma publicação do Diretório Acadêmico da Escola Politécnica, o artigo de Gross *Problemas especiais na pesquiza da radiação cósmica*, traduzido por Costa Ribeiro.

No início de 1934 existia a Diretoria de Pesquisas Científicas que congregava o Instituto de Tecnologia, o Instituto de Meteorologia, o Laboratório Central do Departamento de Produção Mineral e o Instituto de Biologia Animal, institutos subordinados ao Ministério da Agricultura.

Realizavam-se, semanalmente, conferências técnicas sobre assuntos tratados nos laboratórios do Instituto. Gross foi convidado para participar de uma das conferências, em que descreveu seu trabalho sobre raios cósmicos. Sendo então contratado como assistente técnico.

O convite para trabalhar como assistente técnico partiu do professor Miguel Ozório de Almeida, fisiologista e diretor do Instituo de Biologia Animal, que funcionava nas dependências do Instituto de Tecnologia. O professor Miguel Ozório estava

interessado na condutibilidade elétrica dos zeólitos[19] e Gross foi trabalhar com o professor no tema. Assim, em 10 de janeiro de 1934 Gross foi contratado como assistente técnico do Instituto de Biologia Animal[20], sendo o seu primeiro trabalho no Brasil.

> Para iniciar os meus trabalhos dispunha de uma sala bastante ampla, com as necessárias ligações de força e água, e uma capela para química, mas de resto vazia. Não era difícil obter alguns moveis tipo padrão de serviço publico, e uma mesa de experiência, que mandei construir. Na falta de equipamento de medida, conseguiu-se obter por empréstimo, de varias fontes, um galvanômetro razoavelmente sensível, caixa de resistências e mesmo um eletrômetro de quadrante. (Gross, 2000)

> [...]Eu precisava de uma fonte de tensão, compraram uma bateria de acumuladores de 500 volts [...] em 1934 [...] conseguiu-se comprar uns equipamentos bons, da fabrica Hartmann-Braun na Alemanha. Ai se conseguiu comprar resistências de cravelhas que se usava, galvanometros. [...] aí se começou a importar, comercialmente, a partir desse tempo, até a guerra, uma porção de equipamento que ainda hoje existe e que era de muito bom padrão, incluindo o chamado

---

19 Silicato alcalino (mineral) de composição variável e fortemente embebido em água (GROSS, 1934).

20 Tive a grande sorte de ter acesso ao contrato de Gross guardado em sua antiga sala no Instituto de Física de São Carlos, e que hoje é ocupada pelo professor Guilherme Leal Ferreira, que com grande simpatia concedeu-me tal oportunidade.

> “Pendulo de Helmholtz” que é um interruptor de pendulo que hoje naturalmente não se usa mais porque tem circuitos eletrônicos transistorizado. (GROSS, 1976)

Os resultados das pesquisas sobre zeólitos foram publicados nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* em 1934, e no periódico alemão *Zeitschrift fuer Kristallographie.*

Em abril do mesmo ano, após uma crise, a Diretoria de Pesquisa Científica foi suspensa e o Instituto de Tecnologia passou à subordinação do Ministério do Trabalho, Indústria e Comércio. Com este fato, o Instituto de Biologia Animal foi extinto bem como a diretoria científica. Gross foi então contratado para exercer o cargo de Físico do INT em julho do mesmo ano[21]:

> Também em 34, mais ou menos em março ou abril, apareceu o diretor do Instituto com um rapaz de uns vinte e dois ou vinte e três anos dizendo que queria trabalhar comigo como assistente. Era o Plínio Sussekind da Rocha. Ele era professor de fisica numa escola da prefeitura em marechal Hermes [...]. Ele tinha, como cedo se verificou, uma grande visão, uma visão muito geral. Achei que era interessante ele se familiarizar um pouco com eletricidade e com medidas. Então disse a ele: olha vamos fazer um circuito de ponte, fazer as medidas elétricas não muito difí-

21 Tive a grande sorte de ter acesso ao contrato de Gross guardado em sua antiga sala no Instituto de Física de São Carlos, e que hoje é ocupada pelo professor Guilherme Leal Ferreira, que com grande simpatia concedeu-me tal oportunidade.

> ceis; e também comecei a dar uma espécie de curso particular sobre circuitos: oscilações em circuitos elétricos, que sempre era um dos assuntos de que mais gostava.vi logo que ele era extremamente inteligente e também com ele tive relações ótimas de colegas e pessoais (GROSS, 1976).

Ainda em 1934 a companhia telefônica LIGHT encomendou estudos ao INT:

> Naquele tempo a Light estava interessada em saber a resistência do isolamento dos cabos telefônicos, que ela usava. Então, eu, ou melhor, nós começamos a medir. Aí estes fios apresentaram um fenômeno que sempre me tinha fascinado, já na Alemanha, além de raios cósmicos. Era o que se chama a absorção dielétrica.com a instalação bastante crua começava-se a medir a absorção dielétrica. À medida que se progredia, também começava-se os estudos da parte teórica e daí saiu uma série de trabalhos, que, de certo modo, ainda hoje continua, porque ainda se trata de um assunto que é tão atual como naquele tempo. (GROSS, 1976)

> Na ocasião começou também a chegar o aparelhamento de precisão para medidas elétricas em corrente contínua e alternada, que se tinha encomendado, o que tornou possível a realização de uma serie de trabalhos teóricos e experimentais sobre absorção dielétrica e descarga de capacitores. Os primeiros trabalhos foram feitos em colaboração com Plinio Sussekind Rocha. (GROSS, 2000)

No ano seguinte Gross passou a compor o quadro da UDF: "[...] no começo de 1935, uma tarde recebi um telefonema, depois uma visita de Roberto Marinho de Azevedo, em que ele me convidou para ser professor de Física na Universidade do Distrito Federal. Aí comecei a lecionar [...]"(GROSS, 1976). "Como primeiro assistente tive Plínio Sussekind da Rocha que, como mencionei acima, já estava trabalhando comigo no Instituto de Tecnologia" (GROSS, 2000).

Coube ao físico alemão organizar a grade curricular da UDF, "o curso de Física Geral era de 5 semestres – Mecânica, Termodinâmica, Eletricidade e Magnetismo, Ótica, e Física Atômica. A matéria correspondia àquilo que naquele tempo se dava em um curso de física geral na Alemanha" (GROSS, 2000).

Gross também nos apresenta um pequeno perfil do corpo discente da primeira turma:

> Bom, a primeira turma da Universidade do Distrito Federal tinha uma serie de alunos muito bons. Um era o Gabriel Fialho de Almeida [...] ele tinha se formado em engenharia. [...] tinha o Dodsworth que era filho do ex-prefeito do Rio. Tinha o Weimar Pena. [...] Tinha dois Guedes: um era Francisco [...] se não me engano, um, depois, se tornou diretor do Instituto Brasileiro do Café. Tinha uma moça Ivone. [...] era uma turma de mais ou menos 12, acho que eram 15. A segunda turma era menor. Eu me lembro de um que era Salo Brandt que depois foi prefeito de Niterói ou pelo menos de algum Município do Estado do Rio (GROSS, 1976).

Sobre o local onde ministrava suas aulas, Gross informa que "As aulas de Física foram dadas no anfiteatro do Instituto de Tecnologia; outras matérias foram dadas em uma escola da Prefeitura situada na Praça de Caxias (hoje Largo do Machado)" (GROSS, 2000).

Findado o primeiro semestre letivo de existência, em maio de 1936 Costa Ribeiro passou a compor o quadro de assistentes da UDF. Foi inicialmente contratado como assistente de Física na Escola de Ciências. Seu contrato[22] teria a duração de um ano letivo[23] e sua carga horária era de 12 horas semanais, que deveria ser cumprida de acordo com o organizado pelo diretor da referida Escola, naquele momento o ainda primeiro diretor, Roberto Marinho. Após nove meses da sua assinatura e de iniciar suas atividades, seu contrato foi renovado por igual período firmado inicialmente.

Sobre a ida de Costa Ribeiro para a UDF, Gross indica: "[...] veio também como assistente, o professor Costa Ribeiro que iniciou as primeiras aulas práticas dadas, pelo que me lembro, no laboratório de Física da Escola Politécnica" (GROSS, 2000). "começou-se também as compras de equipamentos. Em particular, o professor Costa Ribeiro que estava sempre muito interessado em Ótica. Eu me lembro que no último ano, em 1937 [...] compramos um banco Ótico mais completo da LEITZ da Alemanha..." (GROSS, 1976).

22 Conforme consta em seu acervo no MAST, este contrato foi assinado pelo Reitor, Afonso Pena Junior. A contratação de professores e funcionários para a UDF deveria ser autorizada pelo Prefeito do Distrito Federal, já que esta estava diretamente subordinada a esta prefeitura.

23 De 15 de maio de 1936 a 30 de abril de 1937.

Durante seus primeiros três anos de existência, o curso de Física da UDF teve como professores: Gross, Sussekind e Costa Ribeiro.

Já quase findando o ano de 1937, mais precisamente no dia 10 de novembro, o Presidente Getúlio Vargas dissolveu a Câmara dos Deputados, o Senado Federal, as Assembléias Legislativas dos Estados e as Câmaras Municipais e ainda determinou a prisão de adversários políticos e impôs uma constituição autoritária ao país, iniciando um período conhecido como Estado Novo[24]. Essa constituição permitia ao Presidente governar por decretos-leis (leis impostas). No mesmo dia e ano, a constituição de 1934 teve artigos suprimidos ou modificados. Uma destas modificações se referia ao artigo 172, que constava:

> É vedada a acumulação de cargos públicos remunerados da União, dos Estados e dos Municípios.
>
> § 1º - Excetuam-se os cargos do magistério e técnico-científicos, que poderão ser exercidos cumulativamente, ainda que por funcionário administrativo, desde que haja compatibilidade dos horários de serviço.

Com a nova constituição autoritária de 1937, o artigo 172 transformou-se no artigo 159 mantendo o mesmo texto e suprimindo todos os seus parágrafos.

---

24 De 1937 a 1945.

Ainda no mesmo mês, foi editado o decreto-lei[25] que dispunha sobre a acumulação de funções e cargos públicos remunerados. Seu texto era mais específico que o artigo 159 e instruía sobre providências a serem tomadas por funcionários públicos que incidisse sobre alguns de seus artigos:

> **Art.**1º É vedada a acumulação de funções ou cargos públicos remunerados da União, dos Estados ou Municípios, bem como de uma e outra dessas entidades, qualquer que seja a forma da remuneração.
>
> **Art.**2º O funcionário ou empregado civil, ou o militar, que na data desta lei estiver acumulando funções ou cargos públicos remunerados, deverá optar dentro de trinta dias, a partir da data da publicação desta lei, por um só cargo ou função.

Neste mesmo decreto-lei são apresentados dois artigos que tratam da nomeação por comissão e remuneração acumuladas:

> **Art.** 7º O funcionário civil, ou o militar, que aceitar a nomeação para exercer cargo em comissão com vencimentos fixados em lei, perderá, enquanto durar esse exercício, os proventos do cargo efetivo, mas a este voltará desde que cesse a comissão.
>
> **Parágrafo único**. Não poderá, porém, o funcionário federal, ou o militar, aceitar nomeação para cargo estadual ou municipal dessa natureza sem prévia e expressa licença do Presidente da Republica.

---

25 Decreto lei n° 24, de 29 de novembro de 1937.

> **Art.** 8º Quando os vencimentos do cargo efetivo forem superiores aos do cargo em comissão, o funcionário poderá optar por aqueles.
>
> Ao funcionário civil, ou ao militar no exercício das funções de interventor federal, ou, por nomeação do Presidente da República, de outras funções de governo ou de administração em qualquer parte do território nacional, será igualmente permitido optar pelos vencimentos do seu próprio cargo ou posto.

Este decreto tornava mais flexível a administração de Getúlio Vargas, já que era permitido a ele e a seus ministros comissionarem funcionários, o que não estava previsto no artigo 159 da constituição do Estado Novo.

Dessa forma, o artigo 159 e o decreto-lei n° 24 atingiram não somente o funcionalismo público geral, mas diretamente a Escola de Ciências, a começar pela saída de seu diretor, Roberto Marinho, que era Catedrático da Escola Politécnica, e que antes de afastar-se do referido cargo deixou registrado nos assentamentos[26] daquela Universidade, cujo destinatário era o professor Joaquim da Costa Ribeiro a mensagem:

> Sr. Professor:
>
> Ao deixar a Escola de Ciências em obediência ao decreto-lei relativo às acumulações remuneradas, cumpre-me vos agradecer os serviços que desde a fundação da Universidade vindes

26 Oficio nº 134-EC, da Escola de Ciências da Universidade do Distrito Federal de 31 de dezembro de 1937.

> prestando ao ensino da nossa Escola, com a vossa competência e dedicação, elevando-o a nível não comum no nosso país. Vencemos juntos as primeiras dificuldades. Consegui para a Escola de Ciências o fator essencial a um ensino eficiente: o professor idôneo,e, também, o aparelhamento indispensável. Falta-nos ainda o edifício que as circunstâncias não nos permitiram realizar. Com os votos de felicidade no novo ano, e os protestos de muita estima e consideração, envio-vos as minhas despedidas, pedindo dispor de mim como de um amigo obrigado (fonte: acervo Costa Ribeiro-MAST).

Em 1938 registrou-se a presença de Luiz Freire como diretor da então Faculdade de Ciências da UDF[27]. Sobre Freire, Costa Ribeiro escreveu:

> Cabe [...] a Luiz Freire, professor de Física da Escola de Engenharia de Pernambuco, o mérito excepcional de manter naquele centro de estudos do Norte do país um alto nível de ensino da física e da matemática e ao mesmo tempo, a rara perspicácia de descobrir autenticas vocações para a pesquisa nesses domínios, encaminhando aos centros do Rio de Janeiro e São Paulo jovens excepcionalmente bem dotados para a investigação, bastando citar entre eles os nomes de Mário Schemberg, J. Leite Lopes, L. Nachbin e outros (COSTA RIBEIRO, 1994).

27 Diário Oficial da União, 25 de outubro de 1938.

O físico José Leite Lopes nos fala sobre sua relação com Luiz Freire:

> Conheci-o no ano de 1936, quando ingressei na Escola de Engenharia de Pernambuco com a intenção de tornar-me químico industrial. As primeiras aulas de Física, no gabinete da velha Escola, proferidas por Luiz Freire tiveram para mim a força de uma revelação.
>
> Com a atenção presa no que dizia e escrevia no quadro negro, começávamos a descobrir a Física [...] imediatamente senti, que o meu caminho não era o de químico industrial e orientei os meus passos, sob sua influência [...]. (LEITE LOPES, 2004)

Leite Lopes então se dirigiu ao Distrito Federal e ingressou na Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, obtendo o título de Bacharel em Física e tornando-se um importante físico brasileiro.

Sobre a passagem de Luiz Freire na UDF, Leite Lopes descreve:

> Em 1938, Luiz Freire foi convidado para ser professor na Faculdade de Ciências da então florescente Universidade do Distrito Federal. Ali esteve trabalhando durante alguns meses, mas quando se aprontou para mudar-se definitivamente do Recife para a Capital Federal, ao solicitar ajuda para a viagem da família. Foi-lhe dito pelo órgão burocrático apropriado, frieza característica, que a ajuda só era possível para professores estrangeiros. De nada valeu a intervenção das autoridades universitárias, dos seus amigos, perplexos

> diante da discriminação. Permaneceu, assim, Freire no Recife, não sem antes haver dirigido veemente protesto às autoridades da República (LEITE LOPES, 2004).

Leite Lopes nos apresenta ainda a materialização da grande obra de Luiz Freire na capital pernambucana:

> Sempre em contato com os pesquisadores do Rio de Janeiro e São Paulo, foi convocado por Álvaro Alberto para integrar o grupo que estruturou e criou o Conselho Nacional de Pesquisas. Foi membro desse Conselho desde a fundação em 1951 até a data do seu falecimento. Com o pensamento sempre voltado para o desenvolvimento cientifico da nossa terra, viu, finalmente, nesses órgãos, a fonte de ajuda que ate então lhe faltava. Fundou, assim, na Universidade do Recife, com o apoio do Conselho Nacional de Pesquisa, o Instituto de Física e Matemática. Do qual foi Diretor. Era o coroamento da sua obra, pois sabia que somente poderia reter no Recife os jovens que formava para a pesquisa cientifica, se lhe pudesse oferecer uma instituição e um ambiente adequado. (LEITE LOPES, 2004).

Após a apresentação sobre Freire, retornemos à saída dos professores da UDF devido ao Estado Novo. Além do diretor Roberto Marinho, a Escola de Ciências, e em especial a seção de ciências Físicas, perdeu o professor e organizador do curso, Bernhard Gross, que optou pelo Instituto Nacional de Tecnologia. Plínio Sussekind também teve que deixar a docência na UDF, optando por permanecer no cargo de professor de Física de escola da prefeitura, onde era professor concursado.

Com o professor Costa Ribeiro não foi diferente, também foi obrigado a optar por uma das escolas que lecionava. Naquele momento era professor de quatro instituições de ensino: professor de Física e Química de Escola Técnica Secundária da Prefeitura do Distrito Federal, assistente da Cadeira de Física da Escola Politécnica, professor de Física da Escola Secundária do Instituto de Educação, professor assistente de Física da UDF, além do cargo de auxiliar técnico. Costa Ribeiro permaneceu como professor da Escola Secundária do Instituto de Educação[28].

Assim, dos três professores do referido curso, somente Costa Ribeiro permaneceu, cumprindo o seu contrato.

No quarto dia de 1938, Costa Ribeiro foi nomeado chefe de gabinete de Paulo de Assis Ribeiro, Secretário Geral de Educação e Cultura do Distrito Federal. Em março, o secretário de educação precisou afastar-se de suas atividades por um período de aproximadamente dois meses. Costa Ribeiro então foi nomeado pelo prefeito para responder por este expediente, tornando-se neste período o Secretário Geral do referido órgão distrital[29]. Ao reassumir a secretaria, Paulo de Assis expediu ofício de agradecimentos a Costa Ribeiro:

> Ao reassumir esta Secretaria, quero deixar consignados o meu reconhecimento e a minha profunda satisfação pela incansavel dedicação e alta competência com que dirigistes durante a minha ausência.

28 Diário Oficial da União, 7 de outubro de 1947.

29 Costa Ribeiro respondeu por tal expediente de 24 de março a 10 de maio de 1938.

> Foi árdua a tarefa com que vos incubiu, de responder pelo expediente da secretaria numa fase de reorganização, na qual medidas de grande alcance, quer técnico quer administrativo, precisaram ser tomadas, sobrelevando-se o preenchimento de vagas de professores, tanto no instituto de educação, como no Ensino Técnico Secundário. A tudo acudistes com o maior acerto e o mais elevado critério, dando ao cargo que transitoriamente ocupastes, o melhor do vosso esforço e da vossa reconhecida capacidade.
>
> Como chefe e como amigo agradeço-vos os grandes serviços que prestastes a esta secretaria e a mim próprio, substituindo- me, além do mais, com a constante preocupação de não permitir a menor solução de continuidade entre a vossa e a minha administração (fonte: acervo Costa Ribeiro – MAST).

Costa Ribeiro respondeu como chefe de gabinete da Secretaria até julho daquele ano, quando pediu para ser dispensado da função, já que havia sido comissionado para outro cargo.

Foi designado no referido mês, pelo prefeito do Distrito Federal, o interventor Henrique de Toledo Dodsworth para exercer em comissão, o cargo de professor catedrático da Cadeira de Física Experimental da UDF, em que tomou posse sem interrupção de suas atividades docentes[30]. Exatos trinta e um dias depois, foi designado professor-chefe da 5ª seção pelo Reitor Alceu Amoroso

30 Conforme documento exarado pelo Prefeito do Distrito Federal. Consta em seu acervo pessoal no MAST.

Lima. Para a Cadeira de Física Teórica foi nomeado Luiz C. Dodsworth Martins[31], como Gross nos apresentou, filho do interventor do Distrito Federal. Costa Ribeiro exerceu suas atividades na UDF até essa ser incorporada à Universidade do Brasil (UB).

Universidade do Brasil e a Continuação da Atividade Docente

A Universidade do Brasil (UB) foi criada em 1937, meses antes do Estado Novo. Foi aprovada pelo poder legislativo e sancionada por Getúlio Vargas. A UB teria a sua sede no Distrito Federal e conforme a lei[32] que a criou seria composta por quinze estabelecimentos de ensino, a saber: Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Letras; Faculdade Nacional de Educação; Escola Nacional de Engenharia; Escola Nacional de Minas e Metalurgia; Escola Nacional de Química; Faculdade Nacional de Medicina; Faculdade Nacional de Odontologia; Faculdade Nacional de Farmácia; Faculdade Nacional de Direito; Faculdade Nacional de Política e Economia; Escola Nacional de Agronomia; Escola Nacional de Veterinária; Escola Nacional de Arquitetura; Escola Nacional de Belas Artes e Escola Nacional de Música.

Ainda como previsto na sua lei de criação, a UB passou a incorporar instituições acadêmicas já existentes e estas receberam suas denominações correspondentes. A Escola Politécnica passou a chamar-se Escola Nacional de Engenharia, a Escola de Minas - Escola Nacional de Minas e Metalurgia, a Faculdade

---

31 Diário Oficial da União, 25 de outubro de 1938.

32 Lei nº452 de 5 de julho de 1937.

de Medicina - Faculdade Nacional de Medicina, a Faculdade de Odontologia - Faculdade Nacional de Odontologia, a Faculdade de Farmácia - Faculdade Nacional de Farmácia, a Faculdade de Direito - Faculdade Nacional de Direito e o Instituto Nacional de Música - Escola Nacional de Música. Apesar de prevista a construção da cidade universitária, o que aconteceria décadas depois, as sedes dessas Faculdades e Escolas nacionais se mantiveram no mesmo local de seu funcionamento, válido o mesmo para a agora Escola Nacional de Minas e Metalurgia que continuaria com a sua sede em Ouro Preto e que já pertencia à Universidade do Rio de janeiro.

Como uma característica sua, a UB passou a incorporar instituições já existentes. Os primeiros cursos incorporados a esta "universidade nacional" foram os cursos integrantes da Universidade do Rio de Janeiro. Assim a Universidade do Rio de Janeiro deixou de existir. As outras faculdades nacionais previstas ficaram no papel até 1939, quando mais uma vez ocorreria novas incorporações à UB por decreto lei. Chama a atenção no texto da lei que criou a UB o capítulo VI, Disposições Gerais:

> **Art.** 30. Os professores e os alunos da Universidade do Brasil não poderão comparecer aos trabalhos escolares ou a quaisquer solenidades universitárias, com uniforme ou emblema de partidos políticos.

Tal artigo reflete o momento político da época. Em janeiro de 1939 um decreto-lei[33] transferiu quase todos os estabelecimentos de ensino que compunham a UDF para a UB. A Faculdade

33 Decreto-lei n 1063 de 20 de janeiro de 1939

de Filosofia e Letras, a Faculdade de Ciências, a Faculdade de Economia e Política e a Faculdade de Educação foram incorporados à Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Letras da UB. Os cursos do Instituto de Artes foram incorporados à Escola Nacional de Belas Artes e à Escola Nacional de Música. No entanto alguns cursos e instituições que faziam parte da UDF não foram incorporados, como foi o caso do Instituto de Educação, o curso de formação de professores primários, o curso de orientadores de ensino primário, o curso de administradores escolares e os cursos de aperfeiçoamento da Faculdade de Educação. Os alunos que estavam regularmente matriculados nos cursos transferidos puderam continuar seus estudos na UB.

Quando foi criada a Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Letras em 1937, seu texto era muito abrangente, não especificava, por exemplo, quais os cursos que fariam parte da mesma. Versava de maneira muito simples que a Faculdade ministraria os cursos de filosofia, de ciências e de letras. A existência de fato de cursos que comporiam esta Faculdade se deu a partir da transferência dos cursos da agora antiga UDF para a UB, que até então existia no papel, e em consequência disso fez com que fosse necessário organizá-la[34] em função da estrutura existente, ou seja, dos cursos da UDF. Passou então de Faculdade Nacional de Filosofia, Ciências e Letras à denominação de Faculdade Nacional de Filosofia (FNFi). Era composta por quatro seções: Seção de Filosofia, Seção de Ciências, Seção de Letras, Seção de Pedagogia e ainda uma seção especial de didática.

A seção de ciências era composta por seis cursos: Matemática, Física, Química, História Natural, Geografia e História como um único curso, e o sexto curso, o de Ciências Sociais, todos criados

---

34 Esta organização veio pelo decreto-lei nº 1190 de 4 de abril de 1939.

na UDF por Anísio Teixeira. Todos os cursos pertencentes agora a UB tinham uma duração de três anos e ao final destes eram conferidos aos concludentes os diplomas de bacharel. Portanto, para se obter o diploma de bacharel em Física deveria se cumprir as seguintes disciplinas por séries, sendo que cada série correspondia a um ano de curso: Primeira série - Análise Matemática, Geometria Analítica e Projetiva, Física Geral e Experimental; Segunda série - Análise Matemática, Geometria Descritiva e Complementos de Geometria, Mecânica Racional, Física Geral e Experimental; Terceira série - Análise Superior, Física Superior, Física Matemática, Física Teórica.

Para se obter o diploma de licenciado, o bacharel deveria concluir o curso de didática, pertencente à seção especial de didática, que tinha a duração de um ano e que era composta pelas disciplinas: Didática Geral, Didática Especial, Psicologia Educacional, Administração Escolar, Fundamentos Biológicos da Educação e Fundamentos Sociológicos da Educação.

Para quase todas as disciplinas ensinadas na FNFi foi criada uma Cadeira, sendo criadas na Faculdade 45 cátedras. Em alguns casos, duas ou três disciplinas ficaram pertencentes a uma única cátedra, como foi o caso da décima Cadeira[35] que era composta pelas disciplinas Mecânica Racional, Mecânica Celeste e Física Matemática ou o caso da décima segunda Cadeira que agrupava Física Teórica e Física Superior. Cada Cadeira ficava a cargo de um professor catedrático. Ao catedrático caberia elaborar o programa da disciplina da cadeira a qual pertencia. O catedrático poderia ainda dispor de um ou mais assistentes, que seria indicado(s) por ele.

35 As cátedras eram identificadas também pelos números.

Gustavo Capanema, Ministro da Educação, queria para o quadro docente da FNFi professores estrangeiros, e para isso manteve contato, inclusive com o professor George Dumas, o mesmo que havia auxiliado Afrânio Peixoto, efetivamente, na contratação de professores franceses que se deu através de contatos com a embaixada francesa (SILVA, 2002). Da França vieram diversos professores para as áreas das Ciências Humanas e Linguística. Para a Matemática, vieram italianos. Em junho de 1939 Vargas autorizou a contratação de quinze professores estrangeiros para a FNFi (SILVA, 2002). "A chegada dos matemáticos italianos no Rio de Janeiro concretizou-se pelos canais oficiais [...] pelos contatos da embaixada brasileira diretamente com a embaixada italiana" (SILVA, 2002), como comprova a carta que o embaixador italiano Ugo Sola enviou a Gustavo Capanema:

> Vossa Excelência deu-me a honra de pedir em nome do Governo Brasileiro, ao Governo da Itália a designação para a Faculdade de Filosofia na Universidade Federal [...] de professores italianos destinados a reger as cadeiras: a) língua e literatura italiana; análise matemática e superior, c) mecânica racional; d) física teórica e superior; e) físico-químíca e química superior; f) geometria superior; g) física experimental [...]. Os pedidos de docentes italianos feitos por Vossa Excelência e que honram altamente a ciência e a literatura italiana, foram imediatamente transmitidos ao Real Governo que, sem demora [...] teria providenciado as relativas designações (FÁVERO, 1989, *apud* SILVA, 2002).

Os italianos que vieram para a matemática foram Gabrielle Mammana e Achille Bassi (SILVA, 2002). Para a Cadeira de Física Teórica e Física Matemática da FNFi veio o também italiano Luigi Sobrero, que era professor de Fisica Matemática na Universidade de Roma[36] (Sobrero, 1942)

Pesa sobre a indicação de professores italianos pelo próprio Governo Italiano, o fato de alguns serem divulgadores de ideias fascistas. Quando o Brasil, em 1942, entrou na Segunda Guerra Mundial, em maio desse ano o contrato dos professores italianos foram rescindidos, retornando à Itália Luigi Sobrero e Gabrielle Mammana, Achille Bassi permaneceu no Brasil com sua família (SILVA, 2002).

Em julho de 1939 Costa Ribeiro foi comissionado pelo Presidente da República no cargo de professor catedrático de Física Geral e Experimental, décima primeira cátedra, da recém reorganizada Faculdade. Ao final deste ano foi nomeado para exercer interinamente o referido cargo, e nesta condição permaneceu até 1945. Como previsto, coube a ele elaborar o conteúdo programático de sua cátedra. O conteúdo elaborado por Costa Ribeiro contemplava os dois primeiros anos do curso de Física, período em que era ministrada essa disciplina. Física Geral e Experimental fazia parte também das disciplinas que compunham os cursos de matemática e química. Esta era ministrada na primeira e segunda séries para Matemática, e na primeira série para Química.

A estrutura física da FNFi era a mesma da UDF, sendo a Faculdade alocada entre 1939 e 1942 na antiga escola José de Alencar, no largo do Machado (SILVA, 2002).

36 Luigi Sobrero foi contratado para UB também em 1939.

Figura2: Faculdade Nacional de Filosofia, no Largo do Machado (RJ), no início da década de 1940; da esq. para dir., Alcântara Gomes, Elisa Frota-Pessoa, Jayme Tiomno, Joaquim da Costa Ribeiro, Luigi Sobrero, Leopoldo Nachbin, José Leite Lopes e Maurício Peixoto

Fonte: acervo Leopoldo Nachbin – MAST).

Com o Brasil fazendo parte dos Aliados na Segunda Guerra Mundial, uma solução providencial para que a FNFi, enfim, tivesse uma sede foi quando a Casa d'Itália fora "[...] confiscada pelo Governo em 1942 após a declaração de guerra à Italia" (Gross, 2000).

Jayme Tiomno relembra que Costa Ribeiro ficou encarregado de fazer a inspeção do prédio da Casa d'Itália:

> Quando a Faculdade foi transferida do Largo do Machado para a Casa d'Itália, o Reitor encarregou o Costa Ribeiro de fazer um levantamento do prédio e ele me chamou. Nós fomos as duas primeiras pessoas a entrarmos no prédio. Examinamos sala por sala. Costa Ribeiro fez um relatório ao diretor e, naturalmente, escolheu a melhor sala para o laboratório de Física.
>
> Sugerimos, também, a distribuição das seções, de outros laboratórios, de salas de aula (JAYME TIOMNO,1992).

Encontrei na *Revista do Serviço Público,* publicada em 1945 pelo Departamento Administrativo do Serviço Público do Governo Federal, uma reportagem do jornalista Adalberto Mario Ribeiro, que apresenta a FNFi, com sede

> [...] instalada na Antiga Casa d'Itália.
>
> O novo órgão da Universidade do Brasil ocupa nesse edifício quatro andares: o 2.°, o 4.°, o 5.° e o 6.°, mantendo ainda algumas seções na sede primitiva, na Escola José de Alencar, no largo do Machado.
>
> No 3.° andar funciona uma dependência do ministério da justiça: o Juizo de Menores.

> Quando subíamos ao 4.º andar, onde deveríamos falar ao diretor da Faculdade, o elevador deixou no 3.º três senhoras pobres e dois meninos, gente sofredora que no Juizo de Menores ia procurar, com certeza, alguma assistência social, amparo, por algum tempo, para os filhos carecedores de proteção (RIBEIRO, 1945).

O Departamento de Física funcionava no 6° andar.

Figura 3: A sede da Faculdade Nacional de Filosofia antiga Casa d'Itália[37].

37 Fonte: Revista do Serviço Público, publicada em 1945.

Na referida reportagem, San Tiago Dantas, diretor da Faculdade, apresenta as condições dos laboratórios: “[...] ainda não contamos com o equipamento material indispensável para a realização de grandes trabalhos de pesquisa e a ministração de certos ramos muito especializados no ensino” (RIBEIRO, 1945).

Figura 4: Laboratório de Física Experimental do Prof. Costa Ribeiro

Fonte: revista do serviço público, 1945

Em entrevista concedida a Adalberto Mário Ribeiro, Costa Ribeiro corrobora com a informação dada pelo diretor da FNFi. Quando o jornalista dirige a seguinte pergunta, “mas a realização de pesquisas originais não exige sempre a mobilização de consideráveis recursos e o aparelhamento de grandes e custosos laboratórios?”, Costa Ribeiro responde quase que como um desabafo:

A história mostra-nos que no desenvolvimento das ciências o fator humano desempenha, em geral, um papel muito mais importante do que os recursos materiais disponíveis. No domínio das ciências físicas, por exemplo, as grandes descobertas, aquelas que abriram realmente novas estradas e imprimiram novos rumos à ciência, foram feitas, quase sempre, em laboratórios relativamente modestos e desprovidos de grandes recursos materiais e nesse sentido a descoberta da radioatividade constitui um dos exemplos mais frisantes. Em todos os casos, porém, tais descobertas foram sempre realizadas por pessoas inteiramente dedicadas à pesquisa desinteressada, pessoas certamente dotadas de qualidades e aptidões especiais, adquiridas no trato quotidiano com a investigação da natureza, vivendo num ambiente de elevada tradição cultural e em condições que lhes permitam consagrar a totalidade de seu tempo e de sua vida aos estudos de suas preferências pessoais.

Daí concluímos que o que importa sobretudo é a criação e a manutenção de *centros de pesquisa,*dotados por certo dos recursos materiais indispensáveis à realização de trabalhos teórico e experimentais, mas nos quais a condição mais indispensável é permitir que um grupo de pessoas, possuindo a rara e preciosa vocação científica, possam consagrar-se inteiramente à investigação, sem que precisem desviar suas preocupações e seus esforços para o exercício de outras

atividades que lhes assegurem os meios necessários à própria subsistência e a de suas famílias.

Em todos os países civilizados tais centros existem e são cuidadosamente mantidos e preservados, nas universidades, nas escolas superiores, nos institutos de tecnologia, ou em outras instituições e fundações especialmente organizadas para a sua manutenção.

Além de laboratórios bem aparelhados e de uma suficiente liberdade imprescindível à aplicação de recursos financeiros à pesquisa cientifica, tais centros asseguraram aos que nêles trabalham uma remuneração compatível com regime de tempo integral, permitindo-lhes assim a máxima eficiência e fecundidade no trabalho cientifico a que se consagram por completo.

A Faculdade Nacional de Filosofia, da Universidade do Brasil, possui entre as suas finalidades, explicitamente consignadas na lei, a pesquisa cientifica desinteressada. Compreende-se assim que nela se devam criar e conservar tais centros de pesquisa, dotando-os das condições indispensáveis à sua eficiente subsistência. Durante os cinco anos em que temos exercido magistério nessa Faculdade, tivemos a oportunidade de encontrar, entre os seus alunos, não poucos possuidores daquela rara e preciosa vocação que constitui a matéria prima de que são feitos os investigadores científicos.

> Alguns dêles, de tal maneira dominados por essa inclinação, conformam-se em aceitar o cargo de assistente, hoje ainda tão mal remunerado e tão desprovido de expectativas de melhor remuneração, a fim de terem uma oportunidade para a realização de seus sonhos de pesquisa original.
>
> Graças a êsse espírito de desprendimento pelas coisas materiais da vida, tem sido possível, ao Departamento de Física desta Faculdade, reunir um pequeno grupo de elementos que constituem, assim o esperamos, uma semente fecunda da qual poderá sair talvez um dia, com o auxilio dos poderes públicos e, quem sabe, também de particulares dotados de esclarecido patriotismo, um verdadeiro centro de pesquisas cientificas (RIBEIRO, 1945).

No ano em que foi realizada a reportagem, Costa Ribeiro estava finalizando as suas pesquisas sobre dielétricos, que mesmo com as adversidades materiais do laboratório da Faculdade, levaram à descoberta de um novo fenômeno físico, assunto que trataremos no capitulo 3.

Jayme Tiomno, aluno da última turma da UDF e primeira da FNFi, explica, também, as condições de pesquisa na Faculdade:

> Havia na UB dificuldade em se conseguir equipamento. Não havia bolsa de pesquisas. Fazer um laboratório era coisa muito difícil. O Costa Ribeiro conseguiu fazer pesquisas – mas, assim mesmo, não muitas -, principalmente quando foi fazer o concurso, porque

> ele comprou, como equipamento de ensino, algum equipamento mais especializado [...]. Na Universidade, não havia incentivo, nem condições para a pesquisa. O que havia era um incentivo no sentido de o catedrático ter seu laboratório e fazer – eventualmente – pesquisas caso tivesse tido a felicidade de montar um laboratório (TIOMNO, 1992).

Ainda na mesma reportagem é apresentado um quadro quantitativo dos discentes da FNFi entre os anos de 1939 e 1944:

Alunos que concluiram o ensino de bacharelato

CURSOS	1939	1940	1941	1942	1943	1944
Pedagogia	-	8	8	5	8	3
Geog. História	-	18	18	17	7	12
Filosofia	-	1	1	3	3	1
Ciências Sociais	-	4	8	6	4	1
L. Anglo-Germanicas	-	9	5	22	5	12
L. Clássicas	-	7	14	7	8	6
História Natural	-	5	11	1	2	2
Química	-	4	3	3	7	4
L. Neo-latinas	-	5	9	6	13	12
Física	-	-	2	2	-	1
Matemática	-	-	10	9	5	6
Total	-	61	89	81	62	60 em 1ª época

Tabela 1

Alunos que concluiram o curso de licenciamento

CURSOS	1939	1940	1941	1942	1943	1944
Geog. História	9	9	23	10	15	7
Hist. Natural	1	3	4	7	-	2
L. Neolatinas	6	3	5	8	6	10
Química	5	1	4	3	2	3
Matemática	2	1	-	9	6	5
L. Anglo-Germânicas	6	7	9	5	19	4
Desenho	7	8	9	7	8	10
L. Clássicas	2	4	7	12	4	7
Ciências Sociais	1	1	1	6	2	5
Física	-	1	-	2	1	-
Pedagogia	-	-	8	5	6	7
Filosofia	-	-	1	1	2	2
Total	39	38	71	75	71	62 em 1ª época

Tabela 2

Alunos matriculados na faculdade nacional de filosofia

CURSOS	1939	1940	1941	1942	1943	1944
Ciências Sociais	31	30	37	30	26	17
Geografia e História	87	75	43	47	41	48
História Natural	29	21	14	6	9	5
Física	5	4	5	4	3	7
Matemática	17	22	44	41	49	51
Química	20	17	14	14	20	32
Letras Anglo- Germânicas	29	47	44	62	50	49
Letras Clássicas	34	34	39	33	31	29
Letras Neolatinas	34	39	39	38	43	43
Filosofia	8	13	10	10	4	3
Didática	39	48	78	78	83	76
Pedagogia	27	26	18	18	17	27
Disciplinas isoladas	-	-	-	-	103	145
Doutorado	-	-	3	3	92	64
Total	360	376	390	390	571	596

Tabela 3

De acordo com as tabelas, observa-se o total de alunos que Costa Ribeiro ministrou suas aulas, em especial para os cursos de Física, Matemática e Química atendidos pela sua cátedra, dividindo a sua atividade docente com as suas pesquisas. É observado ainda que o curso de Física atraía poucos alunos, e, consequentemente, formavam-se pouquíssimos físicos, constituindo um problema histórico. Vê-se na tabela 1 que nos anos de 1939, 1940 e 1943 não formou-se sequer um bacharel em Física, que era pré-requisito para a licenciatura (ou licenciamento), conforme tabela 2.

Jayme Tiomno presenciou a fase de transição da UDF para a FNFi:

> Em 1938, eu era aluno da Faculdade de Medicina. Quando entrei, em 1939, para a FNFi, continuei a fazer Medicina (1940/1941).
>
> Em fins de 1941, o Leitão Cunha resolveu fazer a lei da desacumulação dos estudantes da Universidade do Brasil. Tivemos – nós que estávamos fazendo dois cursos – de optar por um deles.
>
> Nessa ocasião, eu já estava bem engrenado no Curso de Física, então optei por Física, em 1941. O caminho foi este: era aluno da Medicina; meu irmão me inscreveu em Historia Natural, na UDF; cancelei essa matricula e fiz o exame de Matemática para entrar no Curso de Física da UDF. Ainda em 1939, passei para a Nacional de Filosofia (TIOMNO, 1992).

Tiomno fala da sua relação com o Costa Ribeiro: "Terminei o curso em 1941. Antes disso já estava trabalhando com o Costa Ribeiro – como monitor. Naquela época e durante muito tempo na Faculdade de Filosofia, era muito comum os monitores não ganharem nada" (TIOMNO, 1992), e completa: "Em 1942, quando a faculdade se mudou para a Casa d'Italia, eu já terminara o bacharelado e a licenciatura e tinha condições suficientes para poder ser assistente. O Costa Ribeiro tinha feito minha proposta, mas minha nomeação ainda não tinha saído" (TIOMNO,

1992). Sobre pesquisa com o Costa Ribeiro e sua relação com o catedrático interino, Tiomno informa:

> Com o Costa Ribeiro meu contrato foi como auxiliar técnico. Ele determinava um curso e me dava a liberdade de conduzi-lo como eu queria, porque confiava em mim. Isso, tanto na parte teórica, como experimental. Pesquisa propriamente dita, com ele, só mais tarde, com seu concurso de cátedra sobre o "efeito Costa Ribeiro" ou "termodielétrico" (TIOMNO,1992).

Sobre os professores italianos, Tiomno narra:

> [...] veio o professor Luigi Sobrero. Dos físicos e matemáticos que vieram para o Rio, ele foi o único que tinha uma categoria internacional. Os outros, ou não tinham tanta categoria, ou vieram para cá fazer propaganda do fascismo. [...] Lembro-me do Dalberto Faggiani [...], fazendo propaganda fascista – e péssimo professor de fisica (felizmente escapei dele!) (TIOMNO, 1992).

E completa:

> [...] havia o professor Mammana. Era um fascista empedernido, mas um dos melhores matemáticos aqui. Tambem o professor Achille Bassi [...], o professor Zunini- muito fraco (dava um curso de Mecânica para engenheiros, não para físicos).
>
> Sobrero foi quem entusiasmou os estudantes para pesquisa e, desde o início, animava seminários de estudo (isso entre 1940 e 1941). Gross também participava (TIOMNO, 1992).

No segundo ano de existência da FNFi, Elisa Frota Pessoa(1940) ingressou no curso de Física:

> O início aqui no Rio, nos anos 30, era o seguinte: quando a gente gostava de matemática durante o ginásio deveria ir para engenharia, porque não havia outra escolha, professor de matemática era engenheiro, professor de biologia era médico, etc...
>
> No Ginásio Paulo Frontin eu tive uma sorte muito grande: o Plínio Sussekind Rocha foi ensinar física lá. Nós ficamos muito amigos, ele me auxiliou muito, porque ele me dava programa extra, ele não dava somente o que tinha no meu currículo; ele dava outras coisas para eu ir estudando e acompanhava muito. Depois, quando ele foi para a Europa, foram para o Paulo Frontin os melhores alunos formados pela Universidade do Distrito Federal (UDF). Antônio Houaiss, para ensinar literatura, o Alcides Caldas para química, o Raimundo Paesler para física, Oswaldo Frota-Pessôa que, aliás, foi meu primeiro marido, para biologia; quer dizer, nós recebemos uma turma de 21, 22 anos, muito boa mesmo, toda formada pela UDF. Então nós começamos a ouvir falar mais, já desde o Plínio eu ouvia falar, da UDF. O Plínio foi o primeiro que disse: 'Se você gosta de física, você tem que fazer física mesmo. Agora já existe o curso de física na UDF'. Era a UDF antiga, a Universidade do Distrito Federal antiga. Desde aquele tempo fixei que ia fazer mesmo física. Falava-se dos físicos daquela época como Gross, Schemberg e Costa Ribeiro, mas eu não os conhecia.

> Terminando o curso, fiz exame para Física na Faculdade Nacional de Filosofia (FNF) em 1940, depois que a UDF virou Faculdade Nacional de Filosofia. Não trocou só de nome; muita coisa foi modificada e, como quase sempre acontece, para pior. Os alunos da UDF foram transferidos para a FNF, inclusive o Jayme.
>
> [...] Alguns bons professores ficaram, e vieram os italianos. Esses italianos que vieram, com exceção do Luigi Sobrero, não deram muita contribuição. Éramos poucos alunos novos. Na Física só entrei eu. Mas juntaram as turmas de Física e Matemática, porque os dois primeiros anos eram iguais, com as mesmas matérias. Leite Lopes passou para a Física também, no meio do primeiro ano. Meu professor de primeiro ano foi Fajani (italiano), mas nesse tempo eu tinha muito contato com Costa Ribeiro, conversas na Faculdade e também na Academia de Ciências. O Oswaldo Frota-Pessôa ia à Academia de Ciências e eu ia junto com ele, e o Costa Ribeiro estava sempre lá (TIOMNO E FROTA PESSOA, 1988).

Em suma, nos depoimentos de seus primeiros ex-alunos, é observado que Costa Ribeiro teve um trabalho relevante. Isto fica registrado ainda, nos depoimento de outros ex-alunos, que fizeram suas iniciações científicas com ele.

Figura 5: Costa Ribeiro pesquisando dielétricos

Fonte: acervo Costa Ribeiro-MAST

3

Costa Ribeiro: Pesquisas de Minerais Radioativos à Termoeletricidade

Iniciação Científica e Radioatividade

Costa Ribeiro teve como primeiro objeto de pesquisa as medidas da radioatividade de alguns minerais brasileiros. Sobre a origem de tais minerais Costa Ribeiro indica que era:

> [...] Proveniente da localidade denominada <<Engenho Central>>, no município de Rio Branco, estado de Minas Gerais.
>
> A amostra do referido mineral que serviu de base às nossas medidas, nos foi gentilmente cedida pelo Dr. *Caio Pandiá Guimarães*, do Serviço Geológico do Estado de Minas Gerais, em dezembro de 1937.
>
> Declarou-nos naquela ocasião, o Dr *Caio Guimarães*, que supunha tratar-se de uma <<Uranita>>.
>
> Uma outra amostra de um mineral perfeitamente análogo, nos foi também oferecida pelo Dr. *Viktor Leinz*, quando Professor da Faculdade de Ciências da Universidade do Distrito Federal, e traz como indicação de

> procedência o Distrito de Brejaúbas, no mesmo estado de Minas Gerais (COSTA RIBEIRO, 1940b).

Para medir a radioatividade dos citados minerais, Costa Ribeiro montou o circuito elétrico proposto por H.L.Bronson. Utilizou também o método de desvios constantes, do mesmo autor, publicado no periódico *Philosophical Magazine*, em 1906.

De modo, geral obtinham-se as medidas colocando a amostra do mineral a ser analisada num instrumento apropriado: a câmara de ionização. Ligado à câmara estava o circuito que compunha o equipamento. Integrado ainda ao circuito, e consequentemente ao conjunto que compunha o equipamento, estava o instrumento responsável para obter as medidas, conhecido como eletrômetro[1], este utilizado para medir a tensão (voltagem).

Colocava-se a amostra na câmara de ionização e olhava-se pelo ocular do eletrômetro[2] o valor inicial da tensão que o aparelho marcava. A partir daí acompanhava-se no eletrômetro a evolução da tensão. A tensão aumentava ao longo de certo intervalo de tempo, da ordem de poucos minutos, o tempo poderia ser maior ou menor, dependendo da amostra do mineral. Finalmente, quando a tensão parava de aumentar, o valor visto no eletrômetro permanecia constante, obtendo-se assim o valor final da tensão.

---

1 "Para efeitos práticos, um eletrômetro nada mais é que um eletroscópio provido de escala [...]" (MEDEIROS, 2002 *apud* VIEIRA, 2009)

2 O eletrômetro utilizado foi o eletrômetro unifilar de wulf.

De posse da leitura final e inicial, aplicava-se tais valores ao Método dos Desvios Constantes de Bronson, método utilizado para obter a corrente de ionização e saber o quanto o mineral era radioativo em comparação a uma outra amostra.

Fato observado por Costa Ribeiro na utilização do circuito de Bronson é que tal circuito apresentava dificuldades práticas. A principal dificuldade "[...] era obter a estabilidade da leitura inicial do eletrômetro, condição essa indispensável, em tal método, para que possa assegurar a fidelidade das medidas" (COSTA RIBEIRO, 1940a). A posição inicial do fio do eletrômetro era "[...] influenciada por um grande número de causas, algumas das quais difíceis de eliminar, sobretudo quando se aumenta a sensibilidade do instrumento [...]" (COSTA RIBEIRO, 1940a). O objetivo de aumentar a sensibilidade do eletrômetro era obter medidas mais precisas. Além da dificuldade ocasionada pelo circuito para obter um valor confiável da tensão inicial no eletrômetro, outro inconveniente apresentado referia-se ao tempo necessário para obter a leitura final no eletrômetro, que para sua pesquisa era um tempo consideravelmente longo, já que o comportamento da tensão era acompanhado o tempo todo pelo ocular do eletrômetro.

A fim de resolver os inconvenientes apresentados, Costa Ribeiro utilizou um método de ponte[3] no circuito, método muito urilizado por quem trabalha com circuitos elétricos, livrando-se dos problemas apresentados. O novo circuito utilizado encontra-se representado na figura 6, abaixo:

3 O método (ou circuito) de ponte mais conhecido é a ponte de Wheatstone, inventada por Samuel Henrique Christie (1784-1865) em 1833 e popularizada por Charles Wheatstone (1802-1875).

Fig. 1: (I) - Câmara de ionisação. (B) - Resistência muito elevada. (E) - Eletrômetro. (C) - Condensador variável. (K) - Interruptor. (Vi) - Voltimetro indicador da tensão aplica à câmara de ionisação.
(Vb) - Milivoltimetro ou potenciômetro de fio calibrado para medir a diferença do potencial de compensação.
(R) - Resistência variavel. (P) - Bateria de pilhas ou acumuladores.

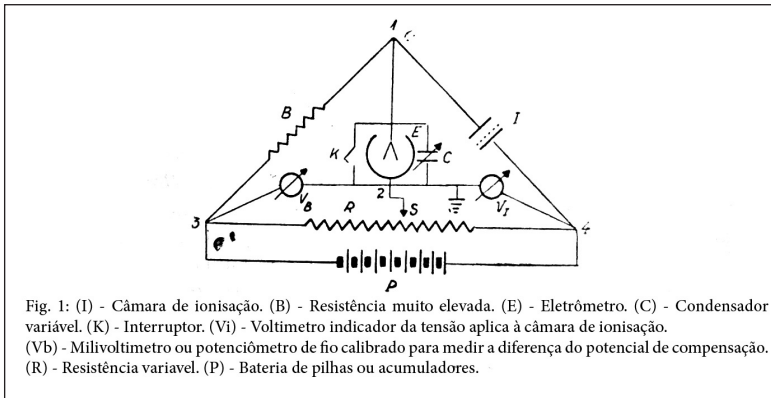



Figura 6: Circuito de ponte montado por Costa Ribeiro

Fonte: Anais da ABC

Na figura 6, P representa a bateria responsável por fornecer tensão ao circuito e assegurar as condições de saturação na câmara, e I representa a câmara de ionização. De início consideraremos que o cursor S acha-se na extremidade esquerda da resistência R. Para essa posição do cursor a diferença de potencial (voltagem) entre os pontos 2 e 3 é nula.

Colocando-se a amostra do mineral radioativo na câmara de ionização, esta estabelecerá uma corrente elétrica no circuito, a corrente de ionização, que é de intensidade pequena, e ao atravessar a resistência B[4] da figura 6 (resistência de Bronson), estabelece uma diferença de potencial entre as extremidades 3 e 1 da resistência B, fazendo com que o fio do eletrômetro se desloque, indicando a tensão. Basicamente esse é o circuito de Bronson. Deslocando-se, porém o cursor S através da resistência

4 Cujo valor é de 10^{12} ohms.

R, aplica-se entre os pontos 3 e 2 a mesma diferença de potencial existente entre os pontos 3 e 1. Tal diferença de potencial aplicada pelo cursor era obtida por um pequeno número de tentativas e o procedimento se repetia para diferentes minerais. Costa Ribeiro sabia que havia igualado as tensões, quando o fio do eletrômetro ficara imóvel e na posição inicial, marcando o valor zero. Com tal solução, o eletrômetro perdeu sua função de medidor de tensão, passando à função de indicador do equilíbrio entre as tensões estabelecidas, e a tensão passou a ser medida por meio de um milivoltímetro, VB na figura 6.

Com o método de ponte, Costa Ribeiro livrava-se dos inconvenientes da estabilidade da leitura inicial, do tempo de espera para obter a leitura final da tensão, bem como não precisava obter mais a tensão final. O valor da tensão era indicado imediatamente pelo milivoltímetro[5].

Conhecida a tensão estabelecida entre os terminais da resistência B e também o valor da referida resistência, poderia se determinar o valor da corrente de ionização. Tal procedimento era chamado de método eletrométrico.

Sobre a resistência utilizada, Costa Ribeiro apresenta que “A construção de uma resistência da ordem de 10^{12} ohms e dotada das indispensáveis características de estabilidade, não é problema fácil. Adotamos, a título de experiência, uma resistência de *Bronson*, constituída por uma coluna de ar ionizado e que, como é sabido, não se comporta como uma resistência ôhmica” (COSTA RIBEIRO, 1940a).

5 Ou por um potenciômetro, este utilizado para obter medidas mais precisas.

Costa Ribeiro então precisou fazer um estudo do comportamento da referida resistência, obtendo ao final o gráfico, corrente de ionização *versus* tensão, que dava a relação direta entre a tensão lida no milivoltimetro e a corrente de ionização. Com o gráfico obtido não precisou utilizar mais o Método dos Desvios Constantes de Bronson para obter a corrente de ionização.

Como a resistência de Bronson não possuía um comportamento ôhmico, Costa Ribeiro deveria trabalhar dentro de limites para a tensão e corrente. A tensão deveria atingir o valor máximo de aproximadamente 5 volts e o valor da corrente máxima era aproximadamente 15.10^{-12}Ampère. Tais valores não impunham limitações na pesquisa já que permitia "[...]trabalhar muito comodamente, na prática das medidas de radioatividade, em que se opera pelo método de comparação, determinando as correntes de ionização produzidas respectivamente pela substância radioativa em estudo e pela substância radioativa padrão" (COSTA RIBEIRO, 1940a).

Além da rapidez com que pôde obter os valores da corrente de ionização, vantajoso para as medidas dos produtos radioativos de evolução rápida, Costa Ribeiro apresenta outra vantagem do seu método de ponte: "Parece-nos que será possível obter com o circuito proposto, características de sensibilidade que permitam a sua utilização para a medida de correntes de ionização extremamente fracas, como as que se apresentam no estudo da radiação cósmica" (COSTA RIBEIRO, 1940a).

Em junho de 1940 Costa Ribeiro publicou seus dois primeiros trabalhos nos *Annaes da Academia Brasileira de Sciencias*, sendo o primeiro artigo intitulado *Sobre um método de ponte para*

determinação das correntes de ionização nas medidas de radioatividade apresentando o trabalho acima descrito sobre o circuito utilizado. A Academia Brasileira de Ciências (ABC) publicava 4 exemplares dos *Anais* por ano.

Nas suas considerações no referido artigo, Costa Ribeiro escreve:

> Este trabalho foi realizado no Laboratório de Física Experimental da Faculdade de Ciências da Universidade do Distrito Federal, e é com prazer que testemunhamos aqui o nosso reconhecimento aos professores Roberto Marinho de Azevedo e José Baeta Viana, antigos Diretores daquela instituição, pelo muito que fizeram em prol do aparelhamento material do referido Laboratório.
>
> Agradecemos também ao nosso antigo mestre e amigo prof. Dulcídio Pereira, pela generosa hospitalidade que nos dispensou no Laboratório de Física da Escola Nacional de Engenharia, pelo permanente estímulo com que tem animado o nosso interesse pela pesquiza experimental e pelo espírito de cooperação com que poz à nossa disposição os recursos do seu laboratório.
>
> Desejamos outrossim consignar os mais vivos agradecimentos ao nosso amigo Dr. Bernhard Gross, cuja a têse, acima citada, serviu de inspiração ao presente trabalho e cujas valiosas sugestões e conselhos tornaram possível a sua realização.

A tese de Gross que Costa Ribeiro menciona tem o titulo *Temperatureinfluss auf den ionisationsstrom*. (Physikalisches Institut der Technischen Hochschule, Stuttgart, 1932[6]).

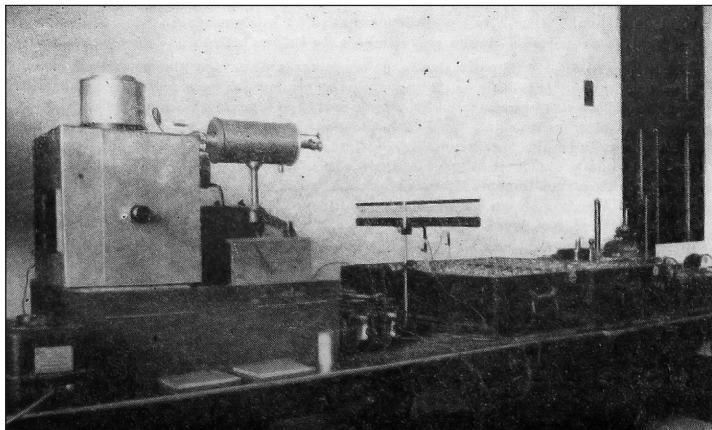



Figura 7: Equipamento utilizado para medidas de radioatividades de minerais utilizando o método de ponte

Fonte: Anais da ABC

Utilizando o circuito de ponte, Costa Ribeiro fez suas primeiras medidas da radioatividade dos minerais cedidos por Caio Pandiá Guimarães e Viktor Leinz. Seus resultados foram publicados nos *Annais da Academia Brasileira de Sciencias* cujo titulo é *Sôbre a radioatividade de alguns minerais brasileiros*, publicado em junho de 1940 e datado de novembro de 1939. Juntamente com o já referido artigo *Sobre um método de ponte para determinação das correntes de ionização nas medidas de radioatividade* constitui suas duas primeiras publicações de pesquisas.

6 Efeito da temperatura sobre a ionização. (Departamento de Física da Universidade Técnica, Stuttgart, 1932).

No referido artigo Costa Ribeiro apresenta os resultados da radioatividade da *uranita* de Engenho Central doada por Caio Guimarães. Além da referida amostra, também mediu a radioatividade dos minerais: monazita, samarskita, curita, policrasita, uranita, e do óxido negro de urânio, esse último como amostra radioativa padrão para comparação das radioatividades dos minerais em questão.

A preparação das amostras - por Costa Ribeiro - para a pesquisa, incluindo a amostra padrão, óxido negro de urânio consistia, primeiramente em, remover a camada externa de cada mineral, que não era utilizada. A parte interna ele triturou em graal de vidro até obter um pó muito fino. Com o pó do mineral era preparada uma suspensão em clorofórmio e a partir da evaporação deste último, obtinha-se um depósito aderente e uniforme sobre um disco metálico de área conhecida. Para cada mineral foi repetido o mesmo procedimento. Essa era a amostra que se colocava na câmara de ionização. Como os minerais que ele estava analisando eram radioativos, ao serem colocados na referida câmara, ionizavam o gás existente lá dentro. O gás ionizado se torna condutor elétrico, permitindo a passagem de corrente elétrica, daí o nome corrente de ionização. Havia também a vigilância sobre o valor da corrente de ionização, que assim como a tensão, não poderia ultrapassar um valor determinado devido ao comportamento não ôhmico já mencionado do resistor utilizado.

De posse dos discos com as amostras, Costa Ribeiro fez suas medidas nos dias 24 e 31 de julho, 8 de agosto e 18 de outubro

de 1939. Abaixo (tabela 4) apresentamos a tabela geral com os valores das medidas da radioatividade[7]:

Quadro V (Comparação de <*radioatividade relativa*> dos minerais estudados)

1	2	3	4	5	6	7
Óxido negro de Urânio	Monazita de Divino de Ubá	Samarskita de Divino de Ubá	Policrasita de Pomba	Uranita da Serra da Moeda	Uranita de Engenho Central	Curita do Congo Belga
1,00	0,38	0,56	-	-	3,76	3,61
1,00	0,38	0,52	-	-	3,74	3,65
1,00	0,37	0,52	0,55	0,58	3,98	3,63
1,00	0,35	0,49	-	0,66	3,90	3,65
1,00	-	-	-	0,50	-	-
1,00	-	-	0,53	-	-	-
- Valores Médios -						
1,00	0,37	0,53	0,54	0,54	3,85	3,62

Tabela 4

Fonte: Anais da ABC

7 Os valores apresentados na tabela 4 encontram-se na forma de radioatividade relativa. A radioatividade relativa É obtida a partir da relação entre as correntes de ionização, , por este motivo aparece adimensional. Utilizando como exemplo a monazita, vê-se que ela é 0,37 vezes o valor do óxido de urânio, ou seja, é menos radioativa que o padrão. Já a *uranita* possuía 3,85 vezes mais radiação que a amostra padrão. A título de informação, a unidade de corrente de ionização utilizada na pesquisa por Costa Ribeiro foi o Ampère.

Sendo a *uranita*, 3,85 vezes mais radioativa que a amostra padrão, Costa Ribeiro obteve uma curita da província do katanga no antigo Congo Belga, atual República Democrática do Congo para servir de padrão para a referida amostra. A escolha pela Curita deveu-se ao fato de que o referido mineral contribuía naquele período "[...] com elevada porcentagem para a produção mundial do Radium[8]" (COSTA RIBEIRO, 1940b).

A pesquisa apresentada referia-se somente à comparação entre as amostras radioativas, e segundo Costa Ribeiro: "Nada queremos ainda adiantar sobre o valor da <<uranita>> de Engenho Central, do ponto de vista da sua utilização industrial, tornando-se para isso necessário um estudo mais completo da composição do mineral, das condições de sua ocorrência e das possibilidades econômicas de sua exploração" (COSTA RIBEIRO, 1940b).

Sobre o estudo da composição da *uranita*, ou seja, a identificação dos elementos químicos radiativos, completa:

> Temos iniciado um trabalho de identificação e dosagem dos radio-elementos do referido mineral pela sua dissolução em água régia [...].
>
> Esse trabalho, que vinha sendo realizado no Laboratório de Física Experimental da Faculdade de Ciências da Universidade do Distrito Federal, foi interrompido em consequência de dificuldades resultantes da transferência, ainda não ultimada,

8 Elemento químico Rádio, em latim.

> do mesmo Laboratório para a Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, onde trabalhamos atualmente (COSTA RIBEIRO, 1940b).

A água régia a que se refere é um líquido incolor obtido pela mistura de ácido clorídrico (HCl) e ácido nítrico (HNO3) concentrados, na proporção de 1:3, na qual se colocou a amostra do mineral para dissolvê-lo, obtendo ao final uma solução do mineral. Tal procedimento foi realizado em junho de 1939.

Além da medida da corrente de ionização já citada, outro processo de investigação do objeto de estudo foi a utilização por Costa Ribeiro da câmara de nuvens[9]. A câmara de nuvens,

9 Nas pesquisas básicas de radiações, a câmara de nuvens é um dos instrumentos básicos mais importantes utilizados. Seu princípio de funcionamento é baseado na descoberta de Charles Thomson Rees Wilson(1869-1959) em que íons se unem às moléculas, condensando o vapor d'água. Basicamente existem dois modelos da câmara de Wilson, A câmara de expansão e a câmara de difusão. A câmara contém em seu interior vapor d'água e ar ou argônio e álcool etílico constituindo na mistura gás-vapor. As misturas citadas são utilizadas na câmara de expansão. Na câmara de difusão, para mistura gás-vapor utiliza-se álcool metílico ou etílico como vapor e ar ou hidrogênio como gás. Seja qual for a mistura utilizada, ela deve estar tão resfriada que qualquer perturbação será capaz de condensá-la, estado chamado de supersaturado. O resfriamento pode ser obtido pela expansão da câmara ou utilização do gelo seco externo a ela, cada uso específico para um tipo de instrumento. Colocando a amostra na câmara, as partículas emitidas por ela, α ou β, causará a perturbação, ionizando algumas moléculas, obtendo íons. Como o estado está supersaturado, os íons irão se ligar as moléculas imediatamente próximas provocando sua condensação, como ocorrem com as nuvens, daí câmara de nuvens. Por onde as partículas passarem deixarão um rastro de nuvens, que podem ser fotografados e analisados (figura 9). De modo geral, as partículas percorrem trajetórias retilíneas, porém deixam rastros diferentes. Com exemplo, a partícula α percorre um traçado retilíneo sofrendo desvios abruptos de pequenos ângulos,

ou câmara de Wilson, é utilizada para identificar que tipo de radiação (alfa, beta ou gama) está sendo emitida pelo mineral em questão, ou somente para saber se o mineral é radioativo. Utilizou-se então a câmara de Wilson existente no laboratório do professor Carlos Chagas Filho, da Faculdade Nacional de Medicina da Universidade do Brasil (figura 8), na qual foram fotografadas as trajetórias das radiações (figura 9).

Destaca-se novamente os agradecimentos de Costa Ribeiro no referido artigo, que mostram as colaborações que obteve para desenvolver seu trabalho:

> Somos particularmente gratos ao Dr. *Caio Pandiá Guimarães*, do Serviço Geológico do Estado de Minas Gerais, ao Dr, *Glicon de Paiva*, Diretor do Serviço de Fomento da Produção Mineral e ao Dr. *Viktor Leinz*, pelo oferecimento das amostras utilisadas no presente trabalho, e ao prof. *Carlos Chagas Filho*, da Faculdade de Medicina da Universidade do Brasil, por nos ter permitido a utilização da câmara de *Wilson* do seu Laboratório.
>
> Testemunhamos ainda o nosso reconhecimento ao saudoso cientista Dr. *Euzébio de Oliveira*, pelo oferecimento da amostra de <<Curita>> de Katanga, no Congo Belga, a que fizemos referência no texto do trabalho (COSTA RIBEIRO, 1940b).

---

especialmente no final da trajetória. Outros traçados podem ser estreitos e tortuosos, como é o caso da partícula β ou em outros casos, retos e estreitos. Pode-se ainda obter com a câmara de nuvens traçados das radiações cósmicas, elas podem aparecer na mesma fotografia que esta sendo utilizada para analisar radioatividades de minerais, dependendo do quanto o estado esteja supersaturado (KAPLAN, 1978).

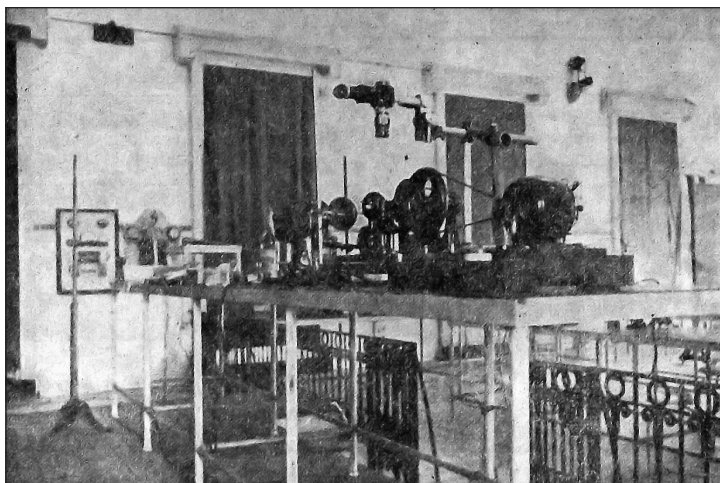



Figura 8: foto do aparato para produção de fotografias de trajetórias em camara de nuvens da Faculdade Nacional de Medicina

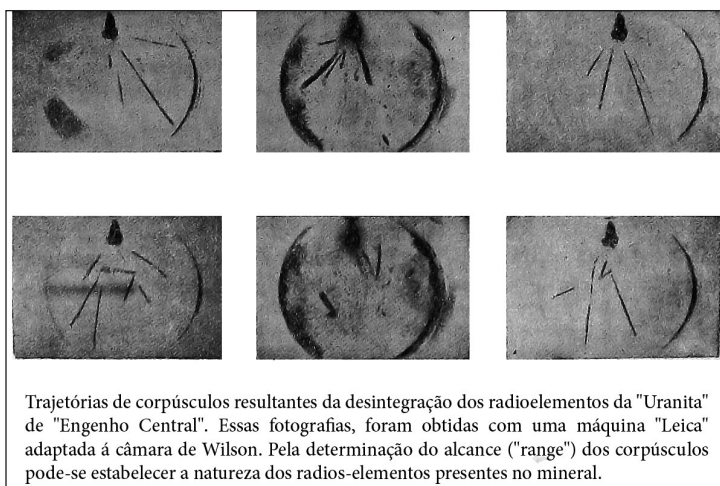
Fonte: Anais da ABC

Trajetórias de corpúsculos resultantes da desintegração dos radioelementos da "Uranita" de "Engenho Central". Essas fotografias, foram obtidas com uma máquina "Leica" adaptada á câmara de Wilson. Pela determinação do alcance ("range") dos corpúsculos pode-se estabelecer a natureza dos radios-elementos presentes no mineral.

Figura 9: Fotografias feitas por Costa Ribeiro das trajetórias dos elementos radioativos na câmara de Wilson

Fonte: Anais da ABC

Em julho de 1940 Costa Ribeiro retomou sua pesquisa de identificação e dosagem dos elementos radioativos da *uranita*, que havia colocado em água régia em junho de 1939. A identificação dos elementos radioativos foi feita "[...] pelo estudo da emanação desprendida de uma solução do mineral, em balão fechado [...]" (Costa Ribeiro, 1940b). A emanação que se refere é do elemento químico Rádio. Faremos uma superficial explanação para entender como ocorre; assim recorremos a Kaplan e Costa Ribeiro.

Isótopos de urânio ocorrem naturalmente na natureza. Esse elemento tem 92 prótons no seu núcleo, e como sabemos hoje da física nuclear, o núcleo atômico é composto de prótons e nêutrons. Se no núcleo do átomo de urânio existirem 142 nêutrons, então este será o urânio-234 (U-234), se existirem 143 nêutrons, U-235 e finalmente apresentando 146 nêutrons no núcleo, U-238. Todos são isótopos do urânio, por possuírem o mesmo numero atômico (ou número de prótons) e é este que identifica um elemento químico. Acontece que, se o núcleo de um átomo, como por exemplo, um isótopo de urânio, estiver com excesso de partículas ou de carga, este núcleo procurará se estabilizar, e para isto começará a emitir algumas partículas (α ou β) e/ou energia (γ). É a emissão destas partículas e energias pelo núcleo atômico que se denomina radioatividade.

Na busca por sua estabilidade, o núcleo atômico, além de emitir partículas α ou β, emite também radiação gama ou raios γ gama. Quando as partículas citadas são lançadas, o núcleo pode ainda ter excesso de energia, esta energia, conhecida como raios γ, é da mesma natureza das ondas eletromagnéticas, como a luz, por exemplo. Ao emitir as radiações, o núcleo irá reduzindo sua atividade radioativa por um período de tempo, que pode ser de poucos segundos a bilhões de anos.

Para acompanhar a duração de um elemento químico radioativo, criou-se o conceito de meia-vida. Assim como contamos a duração de uma vida humana em anos, a duração da radioatividade de um elemento químico contamos em meias-vidas. Ao pegarmos uma amostra de tal elemento radioativo, podemos atribuir uma radioatividade de 100% ou valor 1. Após um período de tempo, esta radioatividade cai à metade de seu valor inicial, ou seja, 50% ou Passado igual período de tempo, cai à metade deste último valor, 25% ou . A partir daí, em iguais períodos de tempo, a atividade radioativa vai decaindo em 12,5% ou , 6,25% ou , 3,125% ou , ..., até a radioatividade atingir um valor insignificante. Em muitos casos, após dez meias-vidas atinge-se esta condição, porém não é regra.

Um caso que nos interessa é o das famílias radioativas, que ao perderem suas atividades radioativas, se transformam em outros elementos químicos também radioativos e assim prosseguem até atingirem a condição de emitir radiações insignificantes, ou em outras palavras, o núcleo atingir sua estabilidade. Estas são denominadas famílias radioativas naturais ou séries radioativas. Ocorrem naturalmente três delas: a série do urânio, a série do actiníο e a série do tório. Analisemos a série do urânio-238, como exemplo.

Ela começa com o referido elemento químico, que tem meia--vida de 4,5 bilhões de anos, isto significa que a cada período de 4,5 bilhões de anos a atividade radioativa do urânio 238 cairá à metade da radiação anterior (meia vida) e assim prossegue ate sofrer um decaimento radioativo, ocasionado pela tentativa de seu núcleo em se estabilizar. Ao chegar nesta condição é emitida uma radiação α e então surge um novo elemento químico também radioativo. Quando este fenômeno ocorre diz-se

que o elemento sofreu um decaimento radioativo, transmutação radioativa ou desintegração radioativa. Esta sequência fica assim estabelecida: o urânio-238 de meia-vida de 4,5 bilhões de anos; ao decair emite uma radiação α e dá origem ao elemento tório-234. Este, de meia-vida de 24,6 dias; ao decair emite uma radiação β e dá origem ao elemento protactínio-234. Este, de meia-vida de 1,4 minutos; ao decair emite uma radiação β e dá origem ao urânio-234. Este, de meia-vida de 270 000 anos; ao decair emite uma radiação α e dá origem ao tório-230. Este, de meia-vida de 83 000 anos; ao decair emite radiação α e dá origem ao elemento rádio-226. Este, de meia-vida de 1 600 anos; ao decair emite radiação α e dá origem ao radônio-222, e assim a sequência de decaimentos prossegue até chegar ao núcleo (ou nuclídeo) estável de chumbo 206, e então os decaimentos se encerram, já que este núcleo atingiu a sua estabilidade.

Voltemos nossa atenção ao decaimento ou desintegração do rádio. Como vemos, este ao se desintegrar dá origem ao elemento químico radônio, um gás pertencente à família dos gases nobres e neste caso com núcleo instável, e consequentemente radioativo.

Como o radônio[10] é um gás originado pela desintegração do rádio, este era conhecido como emanação[11] do rádio.

---

10 Do latim *radonium,* derivado do rádio. Para o radônio aparece também a forma radon.

11 Em seu artigo *Nota Previa Sobre Um Elevado Teor Em Radium De Um Mineral Brasileiro,*Costa Ribeiro usa o termo emanação, termo utilizado neste período.

Quando Costa Ribeiro colocou a amostra da *uranita* em água régia para a sua dissolução e obter uma solução, recolheu este gás emanado em um balão fechado, e no dia dois de julho do já citado ano de 1940 fez as medidas em que foi possível identificar o radônio. Ele analisou também o elemento químico decorrente do decaimento do radônio, e confirmou a presença do rádio na *uranita*. A dosagem estimada de rádio por Costa Ribeiro foi de 273 miligramas de rádio por tonelada do mineral. Repetiu então as medidas oito dias depois com outras amostras preparadas, porém com um tempo menor de acumulação do radônio, que conduziu ao valor de 268 mg de rádio por tonelada. Sobre os valores apresentados pela dosagem ele foi cauteloso, já que havia preparado a solução com uma concentração excessiva do mineral e os resultados apresentavam elevado teor de rádio.

Fez então novos testes, utilizando agora amostras do mineral proveniente do Distrito de Brejaúbas e que foi doada por Benjamim Barradas e Jair Porto, da Porto, Barradas e Cia. Preparou então duas soluções menos concentradas utilizando os mesmos procedimentos descritos anteriormente para a *uranita* do Engenho Central. Utilizou como mineral de referência a Pechblenda, "[...] mineral onde foi descoberto o Radium por Madame Curie"[12] (RIBEIRO, 1945), preparando outras duas soluções. A Pechblenda foi doada por Carlos Chagas Filho. As soluções foram preparadas no início de julho de 1940

Ainda em julho, fez as medidas utilizando uma amostra de cada mineral, analisando a corrente de ionização produzida pelo radônio e pelo depósito (elemento químico) radioativo produzido pelo seu decaimento, que confirmavam a presença de alto

---

12 O termo radium se refere ao elemento químico rádio.

teor de rádio no mineral. A dosagem obtida por ele para o mineral foi de 232 mg de rádio por tonelada. Para a Pechblenda a dosagem foi de 219 mg de rádio por tonelada.

Costa Ribeiro procurou confirmar os valores obtidos enviando as outras duas amostras, de cada mineral, ao professor de Física da Escola Politécnica de São Paulo Luiz Cintra do Prado.

Na obra de Fernando de Azevedo *As ciências no Brasil*, no capítulo *A física no Brasil* escrito por Costa Ribeiro, assim é apresentado Cintra do Prado:

> O professor Cintra do Prado, que teve a oportunidade de fazer em Paris, no Institut Du Radium e no Collège de France, trabalhos de especialização com o professor Debeierne e Lepape, voltando ao Brasil publicou interessante trabalho que, sob o modesto título de 'A radioatividade das fontes hidrominerais', constituiu, na verdade, notável memória sobre os métodos de medida da radioatividade pela dosagem do teor em Radon, contendo numerosas contribuições originais do autor, referentes à técnica das medidas e sobretudo ao cálculo das correções e à avaliação dos erros e da precisão das determinações experimentais (1994).

Cintra do Prado se especializou num período anterior a Costa Ribeiro se interessar por radioatividade.

Cintra do Prado, utilizando as amostras enviadas, fez as medidas nos dias 29 e 30 do mês e ano supracitado, obtendo os

valores de 236 e 258 mg de rádio por tonelada para a amostra do mineral em estudo e 216 e 211 mg de rádio por tonelada para a amostra de pechblenda, confirmando plenamente a presença de rádio no mineral. Nessa pesquisa, não foi constatada por Costa Ribeiro a presença de tório, já que a alta radioatividade poderia provir desse mineral.

Costa Ribeiro calculou a média de todas as medidas realizadas, incluindo a de Cintra do Prado, obtendo para a pechblenda, 215 mg de rádio por tonelada e para a amostra do outro mineral, 253 mg de rádio por tonelada. De posse do valor da pechblenda, originária de Joachimsthal, na antiga Tchecoslováquia, que era de 210 mg de rádio por tonelada, concluiu: "Somos assim levados a considerar como estabelecida a existência de um alto teor em Radium no mineral em estudo, cerca de 18% mais elevado que o da Pechblenda, que é um dos mais ricos entre os minerais radioativos conhecidos"(1940c).

Sobre a presença de outro elemento radioativo, o urânio, Costa Ribeiro relata:

> Si, se trata porém, como somos levados a crer, de um mineral do tipo Pechblenda, o seu teor em uranium [...] deverá ser da ordem de 74% de U.
>
> Trata-se pois de um mineral que se apresenta com características que poderão ser do maior interesse para o Paiz, caso ocorra em quantidade apreciável e em condições de ser explorado industrialmente, o que no entato não é possivel afirmar.

> Êsse interesse resulta não só do seu alto teor em Radium, que representa um valor considerável, mas também da sua alta porcentagem provável de Uranium, em face dos novos e promissores resultados que se anunciam no terreno da física nuclear, relacionados com o processo de ruptura do núcleo do uranium 235 (<<fission process>>) e á possibilidade, já entrevista, da utilisação da energia libertada nêsse processo (1940c).

A análise do mineral em questão por Costa Ribeiro foi a análise física do teor da radioatividade, era necessário ainda a análise química e o cálculo da idade do mineral para saber a viabilidade de exploração, e sobre isso apresenta: "Estamos prosseguindo porém no estudo do mineral a fim de determinar, por processos químicos, o seu teor em Uranium e a sua composição centesimal, o que nos permitirá realizar o cálculo de sua <<idade>> provável, mas ainda não temos resultados conclusivos nêsse terreno" (COSTA RIBEIRO, 1940 c).

Ainda sobre a possível exploração, do mineral em questão, Costa Ribeiro escreveu:

> Nada podemos ainda afirmar, no entanto, quanto ás condições da sua ocorrência e quanto à possibilidade de sua exploração industrial, pois, embora já tenhamos sido convidados pela firma *Porto, Barradas e Cia*, para verificações e medidas no local, ainda não nos foi dada por aquela firma a oportunidade de realizar esse estudo <<in loco>> (1940c).

Os resultados da análise física feita por Costa Ribeiro, em julho de 1940, foram publicados, em dezembro do mesmo ano, nos *Annaes da Academia Brasileira de Sciencias* sob o título *Nota prévia sôbre o elevado teor em radium de um mineral brasileiro.*

Costa Ribeiro encaminhou então uma solicitação a Caio Pandiá Guimarães para que fosse realizada a análise química do mineral proveniente do município de Rio Branco, Engenho Central. A análise química e a dosagem de urânio do referido mineral foi feita por Willer Florêncio e Celso de Castro do Departamento de Produção Mineral do Estado de Minas Gerais. Os resultados foram publicados também nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências,* em março de 1943, sob o título *Uraninita em Minas.*

A análise química feita, ou seja, a identificação dos elementos químicos componentes, mostrou que se tratava de uma uraninita, cuja ocorrência do mineral foi verificada nos municípios de Rio Branco e Conceição, pertencentes aos distritos de Brejaúbas e Engenho Central, respectivamente, no estado de Minas Gerais.

Para o tório, Willer e Castro confirmaram o resultado obtido por Costa Ribeiro, ou seja, ausência do referido elemento químico. A dosagem de urânio foi feita pela análise química e também pelo método eletrométrico, ou seja, medida da corrente de ionização. Os valores obtidos nos dois casos foram respectivamente 70,91% e 70, 61%. Também utilizando o método eletrométrico, obteve para o rádio o teor de 240,10 mg por tonelada na uraninita. Como amostra de comparação, Willer e Castro utilizaram o elemento químico Rádio, diferente de Costa Ribeiro que utilizou amostras de minerais. O cálculo da idade do mineral, necessário para saber sua a viabilidade de exploração conduziu ao valor aproximado de 503 milhões de anos.

Sobre as medidas feitas por Costa Ribeiro, Willer e Castro registram no artigo:" como se pode verificar pelos resultados obtidos, os trabalhos do Dr. J. Costa Ribeiro, sobre a Uraninita de Engenho Central, caracterizam-se por uma grande precisão, o que muito nos agrada"(1943).

Sobre a diferença entre os valores das radioatividades obtidos por Costa Ribeiro e Willer e Castro, os autores esclarecem: "Em vista de se tratar de um mineral em estado de decomposição, achamos satisfatoriamente comparáveis os resultados, principalmente na parte referente à radioatividade, cujas maiores autoridades toleram erros de 10%" (1943).

Finalmente, sobre um ponto que interessava muito a Costa Ribeiro, a viabilidade da exploração para a extração dos elementos químicos radioativos, esclarecem Willer e Castro:

> Sob o ponto de vista industrial, a ocorrência de Uraninita só apresentaria interesse econômico se sua exploração se fizesse como sub-produto [...] (mica, pedras coradas, quartzo, bismutita, etc).
>
> Em geral a dispersão dos minerais raros [...] é muito grande, não comportando uma exploração rendosa senão quando a lavra aproveita grande parte dos minerais acessórios deste tipo de rocha (1943).

A física Elisa Frota Pessoa fez a iniciação científica e sua linha de pesquisa tendo como objeto a radioatividade:

> [...] No segundo ano fui aluna do Costa Ribeiro e convidada para trabalhar com ele. Naquele tempo o negócio era assim: convidavam-nos para trabalhar, ficávamos satisfeitíssimos,

porque iríamos trabalhar em pesquisa. Nem se pensava em perguntar quanto iríamos ganhar. Por sinal, não ganhávamos nada. Nem bolsas havia. Então a gente se virava dando aulas particulares e não ficávamos reclamando. As condições mudaram muito, não? Na verdade naquela época não existiam grupos de pesquisa em Física e Matemática no Rio. Aquela pequena quantidade de pessoas que estavam doidas para começar ficavam satisfeitas com a oportunidade, queriam mesmo era trabalhar. Além das aulas com o Costa Ribeiro tínhamos um horário de pesquisas muito esquisito. Ele tinha uma família grande e precisava ter vários empregos. Assim começávamos às 18:00 horas. A faculdade funcionava no Largo do Machado, em um prédio velho que foi uma escola primária e não tinha laboratórios. Ele arranjava laboratórios emprestados para trabalhar.

O Costa Ribeiro conseguiu um laboratóriozinho na FNM onde nós montamos a seção de dosagem de minerais radioativos, campo em que ele trabalhava. Às 18:00 horas começava o trabalho e lá pelas 21:00 horas saíamos. Descíamos com uma vela e passávamos pela sala de dissecção, com os cadáveres deitados na mesa. Quando nos mudamos para a Casa d´Itália, o Costa Ribeiro começou a receber o material didático encomendado pela UDF e a montar com o Jayme Tiomno, que era seu instrutor não remunerado, o laboratório de Física da FNF e uma pequena oficina mecânica. Sua habilidade manual era uma coisa espetacular, tinha uma intuição muito grande, era muito inteligente e muito minucioso. Ele várias vezes

dizia para mim, quando eu estava caprichando demais: “Elisa, o ótimo é inimigo do bom”. Mas ele não praticava isso porque era muito perfeccionista. Dava as aulas dele assim: falava alguma coisa e escrevia no quadro. Expunha muito bem, tinha um português muito bom e era conciso. Apresentava o negócio assim tão bem, tão bem, que você tinha a impressão que era perfeito, que não tinha nada para perguntar. Quando você ia estudar é que apareciam as dúvidas, então, você ia perguntar a ele e via que ele tinha muito interesse em ensinar, mas ele não aparentava as dificuldades em aula. A primeira vez que eu fui trabalhar com ele na pesquisa, nós tínhamos lá o aparelhinho e ele disse: “Vamos começar nossa medida, vamos fazer o seguinte, Dona Elisa...” Já era casada, nessa época, então era Dona Elisa. Ele dizia assim: “Dona Elisa, aqui, de tantos em tantos minutos a senhora marca e tal e tal... a senhora entendeu?” “Não, professor, não entendi; fazer essa leitura eu entendi mas, para quê e porquê eu não entendi”. Ele ficou espantado, mas foi explicando tudo com uma atenção muito grande, me respondeu a todas as perguntas. Era uma coisa interessante do Costa Ribeiro: a gente devia perguntar. Acho que pelo fato dele ter lutado muito, ele foi autodidata, não tomava a iniciativa de auxiliar ninguém, como não fora auxiliado. Ele era de muita compreensão, deixava, por exemplo, quando eu tinha o garoto muito pequenininho, amamentando ainda, levar para o laboratório. Eu fazia uma caminha no nosso laboratório e ele achava tudo “ok”, não se aborrecia com isso. Esse negócio de ser muito cuidadoso, muito

> cioso da aparelhagem, a gente compreende, porque era muito difícil conseguí-la.(TIOMNO E FROTA PESSOA, 1988).

Em dezembro de 1940, Costa Ribeiro tornou-se membro da Academia Brasileira de Ciências. Dois anos depois de se tornar acadêmico, ele ocupava a função de 1° secretário da ABC. No ano seguinte ocorreu o Simpósio Sobre Raios Cósmicos, no Rio de Janeiro:

> Sob os auspícios da Academia Brasileira de Ciências, realizou-se nesta capital, de 4 a 8 de agosto de 1941, um "Symposium" sobre raios cósmicos, por ocasião da visita da missão científica norte-americana, chefiada pelo professor Arthur H. Compton, da Universidade de Chicago, e constituída pelos professores William P. Jesse, da Universidade de Chicago; Norman Hilberry e Ann Hepburn Hilberry, da Universidade de Nova York; Ernest O. Wollan e Donald Hughes, da Universidade de Chicago e Paulus A. Pompéia, da Universidade de São Paulo, em viagem à América do Sul para realização de medidas da radiação cósmica, como parte do programa de pesquisas do "Ryerson Physical Laboratory", da Universidade de Chicago.
>
> Além dos componentes da missão acima mencionados, apresentaram comunicações ao "Symposium" os professores: J. Whataghin, G. Occhialili, M. Schönberg, M. D. de Souza Santos e Yolande Monteux, da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo; J. A. Ribeiro Saboya, da Escola Politécnica de São Paulo; Padre Dr. F. X.

> Roser S. J. do Colégio Anchieta; Adalberto Menezes de Oliveira da Escola Naval; B. Gross, do Instuto Nacional de Tecnologia; René Wurmser, do Collége de France e J. Costa Ribeiro, da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil (SYMPOSIUM SOBRE RAIOS COSMICOS, 1943).

No simpósio, Costa Ribeiro apresentou a comunicação *On a bridge for the measurement of cosmic rays with ionization chambers*. O que ele apresentou foi o método de ponte utilizado nas medidas de radioatividades de minerais, já apresentado no início do capítulo, só que para o simpósio a utilidade era medidas de raios cósmicos com câmara de ionização.

Além de pesquisas sobre radioatividade, Costa Ribeiro e Luigi Sobrero desenvolveram um trabalho conjunto na Elasticidade[13], conforme Costa Ribeiro informa:

> Em 1942, trabalhando em colaboração com o Professor Luigi Sobrero, da Universidade de Roma, que naquela época se achava entre nós, idealizamos e construímos em nosso laboratório um aparelho de polarização auto-colimador, destinado a estudos de *foto-elasticidade*, e de *birefringência* natural ou acidental. Tal aparelho permite ainda a verificação da existência das perigosas tensões moleculares residuais, na fabricação das peças de vidro, bem como a pesquisa das geminações e outros defeitos de cristalização do quartzo, que não podem ser evidenciados nos ensaios com luz natural (RIBEIRO, 1945).

---

13 Área da Física que estuda as deformações sofridas por um corpo quando uma força ou um sistema de forças é aplicado.

A fotoelasticidade é assim definida por Sobrero (1942): "Quando um sólido elástico transparente é submetido a certo sistema de deformações, ele adquire geralmente propriedades óticas diferentes das que possui no estado natural. Tais propriedades, se oportunamente reveladas, permitem determinar as deformações elásticas que as acompanham". O aparelho contruído por Costa Ribeiro e Sobrero é apresentado na figura 10 e "[...] foi objeto de uma comunicação apresentada por seus autores à Academia Brasileira de Ciências na sessão de 30 de dezembro de 1941, sob o título: Sôbre um aparelho de polarização auto-colimador e sua aplicação à foto-elasticidade" (SOBRERO, 1942).

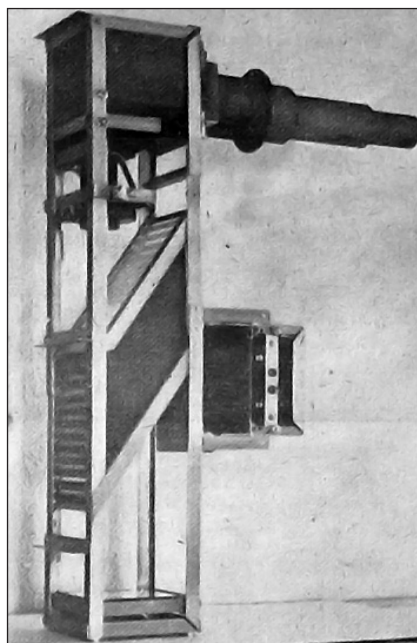



Figura 10: Aparelho de polarização autocolimador de autoria do Prof. Costa Ribeiro e de L. Sobrero

Fonte: Ribeiro,1945

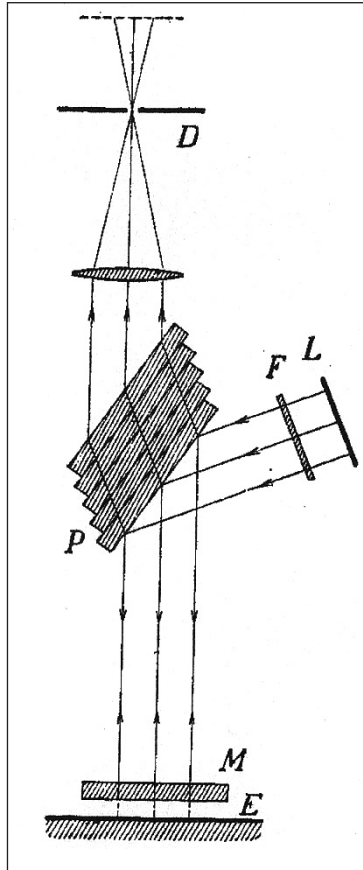



Figura 11: Esquema do aparelho de fotoelasticidade autocolimador de J. Costa Ribeiro e L. Sobrero (fonte: Sobrero, 1942)

A figura 11 apresenta o esquema do funcionamento do aparelho e é assim descrito:

> A luz proveniente de uma fonte extensa *L* (lâmpada a incandescência e lâmina de vidro semi-transparente) eventualmente

> transformada em luz monocromática com a junção de um filtro (vidro de cor) *F* é polarizada por reflexão brewsteriana numa pilha de vidros *P*. A luz refletida polarizada é dirigida ortogonalmente para o modelo *M*. Parte desta luz se reflete na parede posterior do modelo (ou, se quisermos aumentar o rendimento do aparelho, num espelho *E* plano, colocado além do modelo). Esta luz refletida atravessa novamente o modelo e volta à pilha de vidros (que funciona, agora, como analisador), atravessa a pilha e é recolhida (por um sistema ótico) num anteparo ou numa câmara fotográfica (SOBRERO, 1942).

Em 1942 foi publicado no Brasil o livro *Elasticidade*, de Luigi Sobrero, sendo apresentado no capítulo 12, de título *Fotoelasticidade*, o trabalho conjunto acima descrito.

Efeito Termodielétrico

Ao concluir as suas pesquisas sobre radioatividade, Costa Ribeiro iniciou um outro projeto, agora na Física do Estado Sólido. Juntou-se a Gross nas pesquisas realizadas sobre dielétricos sólidos.

Como citado no capítulo anterior, Gross e Sussekind passaram a pesquisar sobre dielétricos a partir de uma solicitação da empresa LIGHT:

> Naquele tempo a Light estava interessada em saber **a resistência do isolamento** (grifo nosso) dos cabos telefônicos, que ela usava. Então, eu, ou melhor, nós começamos a medir.

> Aí estes fios apresentaram um fenômeno que sempre me tinha fascinado, já na Alemanha, além de raios cósmicos. Era o que se chama absorção dielétrica. (GROSS, 1976)

A resistência a que Gross se refere é a resistência elétrica, neste caso, dos dielétricos sólidos. A absorção dielétrica consiste no "aparecimento de correntes de carga e descarga em condensadores mantidos sob tensão constante ou fechados em curto circuito" (GROSS, 1945).

Torna-se necessário descrever sucintamente suas pesquisas, até o momento em que Costa Ribeiro passou a interagir no mesmo projeto.

Os dielétricos reais possuíam comportamentos não previstos pela teoria e por isso eram considerados como anomalias.

> As <<anomalias>> dos dieléctricos são conhecimentos tão antigos como o condensador, que as revelou.
>
> Só com Maxwell porém é que começou o estudo systematico dellas, que, desde então, tem crescido sempre, como evidência uma inspecção rapida na litteratura abundante que hoje já existe a respeito.
>
> Realmente, o interesse scientífico por ellas não póde ser maior: a denominação de **<<anomalias>> não significa em absoluto que taes phenômenos sejam aleatórios ou esporádicos; accusa simplesmente que eles permanecem extranhos á concepção maxwelliana em sua fórma clássica [...]** (grifo nosso).

> A esse interesse veiu se sommar uma extraordinária importância technica, pela melhor compreensão, e conseqüente dominação, que seu estudo poderá trazer da acção dos isoladores nos apparelhos. (Basta lembrar que o progresso de muitos ramos da electrotéchnica só poderá continuar si transpuzer a verdadeira barreira que um **isolamento imperfeito** (grifo nosso) representa, pelo limite que impõe á altura das tensões utilisáveis, ás perdas de transmissão, etc.) .
>
> Mas si a literatura é grande [...] poucos são ainda os resultados definitivamente adquiridos (GROSS E ROCHA, 1937).

Juntamente com os testes solicitados pela empresa LIGHT, Gross utilizou os isolamentos dos cabos telefônicos para, a partir das pesquisas experimentais, fornecer um exame crítico das diferentes teorias sobre as anomalias. Havia controvérsia sobre as teorias vigentes e faltava ainda uma pesquisa quantitativa mais ampla sobre o tema.

As anomalias pelas quais Gross se interessa se manifestavam a partir da utilização de dielétricos em condensadores[14].

Utilizaremos um caso particular e simples para entendermos o funcionamento dos condensadores, entendimento que será útil nas páginas seguintes. Na figura 12, encontra-se representado um condensador constituído de dois condutores planos, próxi-

14 Condensadores e capacitores constituem o mesmo componente, são sinônimos. Assim manteremos o termo condensador, que era o usado por Gross.

mos um do outro e isolados entre si, chamado de condensador de placas paralelas ou condensador de armaduras[15].

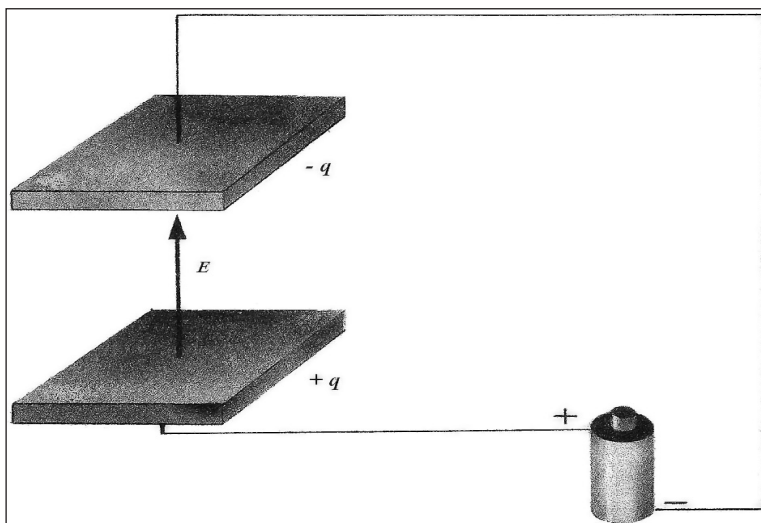



Figura 12: Condensador de placas paralelas[16]

Será possível a transferência de certa quantidade de carga (elétrons) de uma placa (armadura) a outra, ligando-as por um instante aos terminais de um gerador (que pode ser uma pilha ou bateria[17]), por meio de fios condutores que saem dessas placas - também condutoras - e chegam ao gerador. A transferência de cargas de uma placa a outra com o auxílio de um gerador é o

15 Nas experiências de Gross, as placas muitas vezes passavam a ter a função de eletrodos, possuindo formas diferentes apresentadas na figura 12.

16 Nelson Martins, 1975

17 Como já apresentado, Gross utilizou inicialmente baterias de aproximadamente 500 volts.

processo utilizado para carregar o condensador. O gerador realiza durante um intervalo de tempo o trabalho de transportar de uma placa a outra, cargas −q, isto é, o gerador *retira* de uma das placas cargas −q e as deposita sobre a outra placa, que ficará carregada com uma carga −q. A placa da qual o gerador retirou as cargas −q ficará carregada com cargas +q, ou carregada positivamente. Durante o período de carga há uma corrente elétrica de uma placa a outra somente através do gerador, pois não há corrente elétrica entre as placas. Em geral o espaço entre as placas contém isolantes; tais isolantes podem ser o ar, vácuo ou um dielétrico sólido[18]. A corrente elétrica cessará quando a diferença de potencial entre as placas do condensador for igual a do gerador, e então o condensador estará carregado, ou seja, não há mais transferência de cargas (NELSON MARTINS,1975). Neste instante, ao se desfazer o contato existente entre os terminais do condensador e o gerador (o contato é feito através de fios), o condensador continuará carregado. Ligando os terminais das placas diretamente um ao outro, ou seja, ligando os fios em curto circuito, o condensador se descarregará, e as cargas −q voltarão para a placa de onde foram retiradas. Nesse instante haverá passagem de corrente elétrica somente pelo fio condutor até que todas as cargas retornem e, finalmente, o condensador se descarregue. Na figura 12 está representada a direção e sentido do campo elétrico (*E*) quando o condensador está carregado. A menção ao campo elétrico será feita posteriormente.

Das anomalias existentes, duas interessavam ao mencionado físico alemão: o fenômeno de descarga interna e o de regeneração. Para um condensador perfeito (teórico), carregado e

---

18 Gross utilizou dielétricos sólidos entre as placas do condensador.

isolado externamente[19], ele se descarregaria pela condutibilidade interna do próprio condensador, independente do tempo de carga; porém o que se observava é que a velocidade de descarga interna de um condensador real dependia do tempo de carga deste. Conforme fosse este grande ou pequeno, a tensão diminuía lenta ou rapidamente. Esse era o fenômeno da descarga interna. No fenômeno de regeneração (resíduos) mantendo externamente isolado um condensador perfeito descarregado, nenhuma diferença de potencial poderia se manifestar entre suas placas; porém no condensador real descarregado e isolado, externamente, observava-se uma regeneração da tensão capaz de fornecer descargas residuais, podendo atingir considerável fração da tensão de carga. O físico Sérgio Mascarenhas Oliveira nos apresenta as consequências desse fenômeno:

> [...] havia um fenômeno muito curioso que era o seguinte: você pega um condensador que tem um dielétrico dentro, mica ou qualquer dielétrico, uma cerâmica ou qualquer coisa, e carrega o condensador com uma bateria; carregou o condensador, está lá com aquela voltagem; você tira a bateria fora e dá um curto no condensador, dá uma faísca, você diz: bom desapareceu a carga. Muita gente fez isso e quase morreu depois, porque o condensador sozinho começou a se recarregar e ganhou uma voltagem nova, uma voltagem chamada de retorno.

19 Dizer isolado externamente significa que os terminais das placas não tiveram nenhum tipo de ligação, incluindo ligações entre si ou no gerador após a carga ou descarga.

> No período do Gross, isso já era conhecido de muita gente, na Inglaterra, na Alemanha, todo o mundo que lidava com engenharia elétrica, com esse tipo de coisa, sabia o perigo que você tinha de dá um curto no condensador, desligar o aparelho e pensar que o condensador..., põe a mão lá e leva um choque, pode morrer. Agora, por que isso? Porque o dielétrico tem essa propriedade de que, quando você descarrega as placas do condensador, não significa que dentro do dielétrico, as cargas que ele separou lá dentro, se separaram, foram anuladas também, é um fenômeno típico de que? De condutividade elétrica em um sólido, em um dielétrico, e o Gross estudou a matemática dessa função de retorno. (*apud* SILVA FILHO, 2011).

Utilizando então os isoladores dos cabos telefônicos, os dielétricos sólidos, de fabricação brasileira das marcas Pirelli e Marsicano, Gross e, inicialmente, Sussekind faziam a parte experimental, e subsequentemente apresentavam suas conclusões teóricas tiradas da experimentação, apoiados na literatura sobre o tema, e contribuindo para novas explicações. Esta literatura não era uma produção nacional, mas livros e periódicos publicados fora do país. Com respeito aos periódicos o próprio Gross enfatiza:

> Bom, agora eu deveria contar uma coisa que acho importante sobre a questão de bibliografia e revistas. Na verdade não havia biblioteca, no Rio. Na Escola de Engenharia tinha uma biblioteca onde havia muita coisa antiga, coisas que talvez, hoje tenham um

> valor histórico, e realmente tem. Tinha também, aliás, uma biblioteca relativamente boa, mas não completa, no Observatorio Nacional [...] Castro e eu fomos muitas vezes de noite lá, no Observatório Nacional, para folhear aquelas revistas na biblioteca. Mas a Biblioteca mais completa que existia, também de Física, era no Manguinhos. Em geral talvez uma vez por mês eu ia a Manguinhos, o que naquele tempo era um empreendimento de uma viagem de um dia inteiro[...] Lá, tinha uma biblioteca muito boa com todas as revistas, com as revistas de Física mais importantes que naquele tempo eram muito menos do que hoje, tinha a Physical Review, tinha a Zeitschritf Für Physik. Estas revistas o único lugar que as tinha era o Manguinhos. Sem esta biblioteca nunca teria, por exemplo, chegado a saber o que se passava em outros lugares (GROSS, 1976).

Gross e Sussekind discutiam e apresentavam suas explicações apoiados no que se produzia mundialmente sobre o tema. Juntamente com suas teorias, apresentavam todo o estudo matemático procurando obter uma equação geral que pudesse predizer os fenômenos ditos anômalos, citados. Eles não deixavam de lado as equações existentes, adaptava e as utiliza ao seu caso, assim fazia com as teorias vigentes. Eles partiram de equações e teorias que já previam em parte o comportamento das anomalias.

Inicialmente Gross e Sussekind trabalhavam com tempos de carga e descarga que iam de um milésimo de segundo a duas horas. Para obter medidas de tempo tão pequeno, tiveram que

improvisar um contador a partir de um equipamento utilizado na psicologia que se chamava "chronaxímetro" (uma alavanca impelida por um peso em queda livre aciona sucessivamente dois contatos). Inicialmente este artifício permitiu que pudesse obter boas medidas e consequentemente as expressões matemáticas para as correntes anômalas; contudo, à medida que as equações ficavam mais rigorosas e complexas, exigiam-se medidas de tempos menores. Esta preocupação com o tempo devia-se ao fato de que esta componente era indispensável para prever comportamentos gerais dos fenômenos. Juntamente com Plínio Sussekind, Gross publicou três artigos sobre dielétricos sólidos nos *Anais* da ABC em 1937. Identificamos nestes trabalhos um dos primeiros realizados na Fisica do Estado Sólido no Brasil.

Para continuar os seus trabalhos, sobre dielétricos, Gross solicitou ao diretor do INT a compra de um equipamento conhecido como pêndulo de Helmholtz, que substituiu o chronaximetro e foi atendido[20]. Com o pêndulo de Helmholtz podia-se carregar e descarregar condensadores em tempos ainda menores, da ordem de 5.10^{-6} segundos. Assim podia aplicar tempos mínimos na equação geral de regeneração e descarga interna, e nessa empreitada contou algumas vezes com a ajuda dos matemáticos Mário Schönberg e Francisco Mendes de Oliveira Castro.

No artigo intitulado *Uma nova aplicação do princípio de superposição na teoria dos dielétricos anômalos* publicado no terceiro volume, de 1939, dos *Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,* Gross sinalizou o uso da cera da carnaúba, justificando que as anomalias se apresentavam mais intensas naquele dielétrico.

20 Conforme citado por Gross nos Annaes da Academia Brasileira de Sciencias, número 4 de 1938.

Testou então a validade das equações, em particular uma das condições previstas por Oliveira Castro nas equações para tempos muito longos de carga, 25 horas, e descarga da mesma ordem de tempo, além de tempos menores.

Estando no Brasil, e sendo membro da ABC, desde 1935, Gross publicava nos *Anais* da ABC, e também em periódicos da área, fora do país, a exemplo do periódico *Zeitschrift fuer Physik* e *Physical Review*. Vale ressaltar que os *Anais* da ABC não era um periódico da área, publicava-se de tudo o que fosse correlato com as áreas das ciências e matemática. No período que interessa no presente trabalho, Gross publicou os seguintes artigos nos *Anais* da ABC: 1934 – *O Problema da Ionização Residual nas Medidas da Radiação Cósmica; Sobre a Absorção dos Raios Cósmicos; Sobre a Condutibilidade Elétrica dos Zeolithos;* 1935 – *Pour L'analyse dês Rayons Cosmiques;* 1937 – *Um Novo Método para Medidas de Tensões de Polarização; Estudos Sobre Dielétricos* (B. Gross e Plinio Sussekind R); *Estudos Sobre Dielétricos - II Regeneração e Descarga Interna* (B. Gross e P.Sussekind Rocha); 1938 – *A Análise da Curva de Absorpição da Radiação Cósmica; Estudos Sobre Dielétricos, IV – A Corrente Inicial;* 1939 – *Sobre o Efeito de Latitude da Radiação Cósmica; Uma Nova Aplicação do Princípio de Superposição na Teoria dos Dielétricos Anômalos;* 1940 – *Contribuição à Teoria dos Dielétricos Reais; O Condensador Anômalo no Campo Alternado; Sobre uma Nova Transformação Integral;* 1941 – *Sobre uma Transformação Integral que Interessa a Eletrotécnica; Sobre uma Transformação Integral que Interessa a Eletrotécnica II;* 1942 – *Efeitos de Temperatura em Condensadores Carregados* (B. Gross e L. Ferreira Denard); 1943 – *Estabilizador de Voltagem Eletrônico para um Gerador de Corrente Alternada;* 1944 – *On The Experiment Of The Dissectible Condenser* ; 1945 – *Experiências com Eletretos II;* 1946 – *Uma nota sobre o Efeito*

Termodielétrico; Nota Sobre a Carga de Rutura de Madeira no Ensaio de Flexão; On Relaxation Phenomena; 1948 – *On The Carnauba Wax Electret; Resumo de Comunicações – Novo Tipo de Contador Geiger – Mueller;* 1953 – *Teoria do Efeito Termodielétrico;* 1954 – *Field-Induced Melting of Dielectrics.*

No mesmo período, Gross publicou os seguintes artigos na *Physical Review*: 1936 – *On The Hard Component of Cosmic Rays;* 1938 – *On the Latitude Effect of the Soft Component of Cosmic Rays; A Remark on the Latitude Effect of Cosmic Rays;* 1941 – *On the Theory of Dielectric Loss;* 1944 – *Experiments on Electrets;* 1945 – *On Permament Charges in Solid Dielectrics I – Dielectric Absorption and Temperature Effects in Carnauba Wax* (B. Gross e L. Ferreira Denard); 1954 – *Theory of Thermodieletric Effect.*

Sobre os trabalhos solicitados pela empresa LIGHT, os resultados foram publicados no artigo *Estudos Sobre Dielétricos*, de 1937. A resistência calculada por Gross e Sussekind para os isolantes dos fios telefônicos foi de 10^{10} Ohms/100 metros. Os fios telefônicos (condutores) eram feitos de bronze, e os isolantes (dielétricos) eram de borracha, constituídos de duas camadas: a primeira de borracha pura de 0,2 mm, e a segunda de borracha vulcanizada de 0,66 mm de espessura. Havia também uma capa de algodão impregnado de alcatrão que protegia os isolantes e mantinha os fios unidos. Sobre os trabalhos solicitados pela empresa LIGHT, Gross apresenta: "Aquilo que a LIGHT queria saber, eu podia resolver em tempo razoável. Agora, aproveitei isto para estuadar o comportamento de isoladores, de maneira mais básica. Se bem que o trabalho leva a aspectos de interesse científico, necessariamente, vão ter, também, interesse tecnológico" (GROSS, 1976).

Com relação às suas pesquisas sobre dielétricos, e outros colaboradores, Gross nos apresenta:

> O número de colaboradores aumentou quando Francisco Mendes de Oliveira Castro foi contratado para o nosso grupo em 1938. Com Oliveira Castro realizei um estudo teórico que envolveu a discussão da equação integral de Volterra que descreve fenômenos de carga e descarga de capacitores e que por Castro foi resolvida pelo método clássico de Volterra. Nesta ocasião iniciamos também algum intercâmbio científico com físicos de São Paulo. O professor Mário Schenberg começou a se interessar pela teoria daquela equação integral e junto com Abrahão de Moraes resolveu a mesma pelo método da transformada de Laplace. Estudos sobre comportamento de dielétricos foram feitos por Hilmar Medeiros Silva que foi contratado em 1940 e mais tarde se tornou professor de termodinâmica. Nos anos seguintes estes trabalhos foram largamente aumentados [...].(GROSS, 1976)

No início da década de 1940 Gross começou a se interessar por eletretos:

> Então, por mera curiosidade – eu tinha lido sobre eletretos, estas substâncias permanentemente polarizadas – fiz uma série de medidas, completamente sozinho, lá no Instituto, e cheguei a formular uma nova interpretação dos eletretos. Era um trabalho experimental. Não, sou injusto, o primeiro trabalho foi feito justamente em cooperação com uma moça francesa, Line Ferreira Denard

> que trabalhara no Instituto de Tecnologia de 1941 a 1944 ou 1945 [...] Ao mesmo tempo o professor Costa Ribeiro se interessou e começou também a fazer uns trabalhos práticos (GROSS, 1976).

No último volume do supracitado periódico, do ano de 1942, Gross e Line Ferreira Denard publicaram o artigo *Efeitos de temperatura em condensadores carregados.* Nele, os autores voltam suas pesquisas para outra anomalia ocorrida nos dielétricos. Estavam agora interessados em fornecer uma explicação satisfatória para o mecanismo de formação dos eletretos.

Eletretos são corpos dotados de momentos elétricos permanentes, ou seja, dielétricos permanentemente carregados eletricamente ou ainda dielétricos permanentemente eletrizados. As primeiras realizações experimentais para a obtenção de eletreto devem-se aos japoneses M. Satô e M. Eguchi nos anos de 1922 e 1926, respectivamente. Para obterem eletretos, os referidos físicos derreteram cera de carnaúba pura ou misturada ao colofônio e durante a sua solidificação aplicaram campos elétricos intensos[21]. O termo eletreto, do inglês *electrets*, deve-se a uma analogia aos corpos permanentemente magnetizados, em inglês *magnets* (GROSS e DENARD; COSTA RIBEIRO, 1942,1945).

Nesse trabalho, Gross e Denard utilizaram os mesmos métodos de pesquisas sobre dielétricos que o próprio Gross e outros colaboradores vinham fazendo desde 1935, ou seja, carga e descarga de condensadores e análise do comportamento das

21 A aplicação de campo elétrico no dielétrico em solidificação se dá colocando o isolante entre as placas do capacitor carregado.

correntes elétricas; porém, com uma diferença: as cargas e descargas se dariam com variações de temperatura.

Vale ressaltar que em 1936, H. Frei e G. Groetzinger apresentaram seus resultados referentes às cargas liberadas durante a fusão de eletretos. (COSTA RIBEIRO, 1945).

Basicamente, a pesquisa de Gross e Denard consistia em elevar a temperatura do dielétrico utilizado por eles - a cera de carnaúba - à temperatura próxima à de fusão. O aquecimento se dava colocando-se o conjunto (condensador com a cera de carnaúba entre seus eletrodos) dentro de uma pequena estufa que podia ser variada da temperatura ambiente até 80° C. A tensão aplicada era constante e igual a 100 Volts, 1/5 do valor aplicado nos trabalhos anteriores que não envolviam variações de temperaturas. As amostras da cera de carnaúba consistiam de finas camadas de 1 mm de espessura e 20 cm^2 de área - área da ordem dos eletrodos. Dividiu-se então a pesquisa em cinco fases: carga do condensador à temperatura constante, aquecimento do condensador mantido sob tensão constante, resfriamento do condensador mantido sob tensão constante, descarga em curto circuito à temperatura constante e reaquecimento do condensador fechado em curto circuito.

Sobre as fases da pesquisa, apresentaremos algumas das observações obtidas experimentalmente. Na carga do condensador à temperatura constante, fixava-se a temperatura no valor escolhido, em seguida aplicava-se a tensão e observava-se a corrente de carga em função do tempo. Primeiramente manteve-se a temperatura estável em 20°C, então aplicou-se a tensão, 118V, por 20 horas e observou-se o comportamento da corrente de carga. Repetiu-se o mesmo procedimento para as temperaturas de 50°C, 58°C e 64°C. Observou-se, então, que quanto maior fosse a temperatura, maior era a corrente de carga. Repetiu-se

o mesmo procedimento para o condensador em curto circuito, ou seja, para a descarga do condensador, e verificou-se, então, que quanto maior fosse a temperatura, maior seria a corrente de descarga.

Na fase seguinte, o aquecimento do condensador, mantido sob tensão constante, manteve o condensador carregando durante um período de 24 horas e logo em seguida passou então a aquecê-lo, mantendo a tensão constante de carga de 118 V, e observou-se um crescimento extraordinário da corrente elétrica. Observou-se, ainda, que enquanto a temperatura aumentava, a corrente crescia e chegava ao seu máximo quando a temperatura se tornava constante; porém a corrente não crescia em fase com a temperatura, já que quando essa última apresentava valor constante, a corrente continuava crescendo por um tempo apreciável. Logo em seguida, a corrente decrescia e, finalmente, tornava-se estacionária, ou seja, apresentava um valor constante. Além disso, observou-se que quanto mais rápida era a variação da temperatura de aquecimento, maior era a intensidade da corrente elétrica. Atingida a temperatura constante do ítem anterior, resfriou-se então o condensador sob tensão constante até a temperatura inicial e verificou-se que a corrente diminuía inteiramente em fase com a temperatura, e, independentemente, se o resfriamento fosse mais rápido ou mais lento, o comportamento da corrente elétrica era o mesmo. Após 24 horas do início do resfriamento, e na mesma temperatura em que se realizou a carga, o condensador foi fechado em curto circuito e observou-se uma corrente transitória de descarga. Essa corrente não possuía nada de especial, e tinha o mesmo comportamento observado nos trabalhos anteriores de Gross (já citado) para a cera da carnaúba, em que não havia variação da temperatura. Com isso conjecturou-se que o tratamento térmico não exerceu influência alguma sobre a corrente

de descarga para esse item. Finalmente, resfriado o condensador e algumas horas após o início da descarga acima citada, o condensador foi aquecido até atingir o valor final da temperatura observada no primeiro aquecimento e com a mesma velocidade. Nessas condições, apareceu uma corrente transitória de descarga; essa corrente sobe novamente e permanece alta durante bastante tempo. Para Gross a corrente representava a libertação da quantidade de carga adicional absorvida pelo condensador no primeiro aquecimento. Gross, então, conjecturou que tal quantidade de carga permaneceu no condensador sob uma forma de carga *congelada* e tal procedimento consistia na libertação da carga *congelada*. Tais resultados foram publicados também na *Physical Review*, em 1945.

Para Costa Ribeiro estas pesquisas o ligavam às pesquisas desenvolvidas por Gross, segundo relato abaixo:

> Desde 1943 temos concentrado nossa atividade no estudo de certos aspectos, ainda mal conhecidos, do comportamento dos dielétricos reais, por sugestão do nosso amigo Dr. Bernardo Gross, do Instituto Nacional de Tecnologia, que há vários anos se vem dedicando ao estudo das anomalias dos dielétricos e que presentemente está realizando pesquisas de grande interêsse sôbre os "eletretos", isto é, dielétricos que em conseqüência de tratamentos especiais adquirem momentos elétricos permanentes.
>
> Obedecendo àquela sugestão pretendíamos estudar a influência eventual da presença de impurezas radioativas sôbre o comportamento dos dielétricos sólidos e em particular da cêra da carnaúba, mas, no decurso das

> primeiras experiências, nossa atenção foi desviada para a observação de outros fenômenos que se manifestam nos dielétricos e cujo estudo constitui presentemente o principal objeto de nossas investigações (RIBEIRO, 1945).

O que Costa Ribeiro estava pesquisando era a possível presença de elementos radioativos nos dielétricos:

> J. Costa Ribeiro se propôs a estudar a influência das radiações radioativas sobre os dielétricos reais. A este efeito, ele preparou os discos de cera de carnaúba, adicionados a óxido de urânio, por solidificação sobre as placas de vidro; os discos de cera de carnaúba pura eram igualmente confeccionados. Após ter destacado cada disco de sua placa ele teve a surpresa de constatar que os discos eram fortemente e mais ou menos igualmente carregados. Ao fazer o estudo radioativo, Costa Ribeiro se interessou sob a possibilidade de ter a evidência de obter os eletretos sem aplicar, como fez Eguchi, um campo elétrico exterior. Ele repetiu suas experiências com os discos preparados sobre a superfície de uma cuba de mercúrio. Estes discos estavam ainda carregados. Duas hipóteses eram possíveis sobre a origem dessas cargas, que poderiam provir de uma diferença de potencial de contato entre o dielétrico e o vidro ou mercúrio, ou bem estar ligada à solidificação (WLERICK, 1948)[22].

22 Tradução livre.

Costa Ribeiro passou a fazer pesquisa na Física do Estado Sólido na universidade, ressaltando que a fez com toda a adversidade finaceira, e de equipamentos.

Na sessão de 13 de abril de 1943 da Academia Brasileira de Ciências, os acadêmicos Gross e Costa Ribeiro apresentaram comunicações referentes aos seus projetos de pesquisas. Gross foi o primeiro a fazer a comunicação, apresentando estudos teóricos que visavam a esclarecer os mecanismos de formação do eletreto e que suas pesquisas - realizadas nos últimos meses - nos laboratórios do INT, traziam novos esclarecimentos ao assunto. O estudo dos eletretos por Gross apresentava interesse pelas conclusões que lhe permitia tirar sobre as propriedades dielétricas dos sólidos. Costa Ribeiro - comentando a comunicação - chamou a atenção da Academia para as novas e importantes observações e resultados obtidos por Gross. Logo em seguida, Gross e Costa Ribeiro apresentaram comunicação conjunta intitulada *Sobre um Novo Método para a Investigação Experimental dos Eletretos*. O referido método baseava-se na determinação das cargas por um equipamento constituído de armaduras móveis, localizadas a diferentes distâncias das duas faces do disco de eletreto, tornando possível tirar conclusões tanto sobre a variação do campo elétrico nas vizinhanças do eletreto como sobre a distribuição interna das cargas no eletreto. Para os citados autores, a vantagem de tal método consistia em fazer uma sondagem externa da distribuição interna das cargas do eletreto sem a necessidade de utilizar os métodos tradicionais: raspagem e corte do eletreto, empregados por outros pesquisadores, que poderiam alterar a própria distribuição interna das cargas. Fizeram, então, demonstrações experimentais com o aparelho - para tal fim - construído no Laboratório de Física Experimental da UB. Finalizada a demonstração, Costa Ribeiro apresentou a sua comunicação *Sobre a eletrização da Cera de Carnaúba Solidificada na Ausência de Campo Elétrico Exterior*. Primeiramente apresentou

os trabalhos de Eguchi e Gemant sobre a formação de eletretos por solidificação da cera de carnaúba sob a ação de campos elétricos intensos. Logo em seguida, apresentou os resultados das experiências realizadas por ele, em que verificava que discos de cera de carnaúba solidificados sobre placas de vidro - na ausência de campo elétrico - apresentavam, ao serem destacados das placas, densidades elétricas superficiais da mesma ordem de grandeza dos eletretos formados sob a ação de campo elétrico de 1000 volts/centímetro; portanto, eletrização do disco de cera de carnaúba. Tanto a face do disco de cera solidificada em contato com o vidro, como a outra face solidificada em contato com o ar, apresentavam altas densidades elétricas superficiais. Costa Ribeiro comunicou ainda que obteve a eletrização de discos de colofônio solidificado sobre mercúrio, e apresentou também gráficos levantados para o colofônio e para a cera de carnaúba, utilizando o aparelho exposto[23], encerrando a comunicação fazendo demonstrações experimentais.

Em sua tese de cátedra *Sobre o Fenômeno Termo-Dielétrico (Correntes Elétricas Associadas a Mudança de Estado Físico)*, de 1945, Costa Ribeiro apresenta assim tal descoberta:

> Ao prepararmos alguns discos de *cêra de carnaúba* para uma projetada investigação sobre as anomalias desse dielétrico, observamos que tais discos, tendo sido solidificados sobre placas de vidro, apresentavam, após serem destacados dessas placas, fortes cargas elétricas.

---

23 Um dos gráficos referiu-se aos valores das densidades elétricas superficiais nas duas faces dos discos e o outro se referiu aos valores das carga elétricas induzida em armaduras moveis em função das distâncias das armaduras às faces dos discos.

Costa Ribeiro sabia que, quando as superfícies dos eletretos produzidos por campo elétrico eram deixadas desprotegidas, o campo elétrico produzido pelas cargas do eletreto decresciam ou mesmo se extinguiam com o tempo. Colocando-se, porém, o eletreto entre armaduras metálicas ligadas em curto, as cargas conservavam-se sem alteração durante anos. Desse conhecimento, Costa Ribeiro testou se o corpo eletrizado obtido por ele tinha o mesmo comportamento descrito para o eletreto, o que foi confirmado, "[...]. Parecia-nos pois que tal experiência mostrava a possibilidade da obtenção de *eletretos* sem aplicação de campo elétrico exterior". (*idem, ibdem*).

Em junho de 1944, novamente em sessão da Academia, Costa Ribeiro apresentou sua comunicação *Correntes Elétricas Produzidas pelo Aquecimento de Eletretos*. Na mencionada sessão, relata que estava produzindo eletretos sem aplicação de campo elétrico, solidificando além do já citado colofônio, também discos de cera de carnaúba sobre mercúrio. O citado autor continuou apresentando as pesquisas que vinha realizando sobre os eletretos no Laboratório de Física Experimental da UB. Tais pesquisas consistiam em colocar o disco de eletreto de cera de carnaúba, produzido por ele, entre dois eletrodos dentro de uma estufa e aquecê-lo. Tal procedimento fez surgir uma corrente elétrica que foi detectada pelo equipamento externo à estufa e ligado ao eletrodo. Repetindo o processo para o disco de eletreto de colofônio, ele confirmou as mesmas observações. A ordem de grandeza da corrente elétrica observada foi de 10^{-14} ampère. Ao aquecer o eletreto, Costa Ribeiro observou que a corrente cresce rapidamente no início, atinge um valor máximo e em seguida decresce. Para ele, o comportamento da corrente parecia estar relacionado com o fenômeno do *congelamento* das

cargas nos dielétricos descrito por Gross. Encerrada a comunicação, agora foi a vez de Gross chamar a atenção da Academia para a importância dos trabalhos de Costa Ribeiro.

Sobre o aquecimento dos eletretos, consta na tese de cátedra que Costa Ribeiro estava procurando respostas para uma das duas conjecturas levantadas por ele sobre a origem das cargas, que tornavam o dielétrico permanentemente eletrizado: o eletreto. A primeira hipótese aventada era a de que a eletrização dos dielétricos se dava pelo processo de eletrização por contato, em que o dielétrico já solidificado arrancaria cargas das superfícies que estavam em contato, ou as superfícies arrancariam cargas do dielétrico.

Para testar a primeira hipótese ele aqueceu os dielétricos descritos na comunicação. Na tese consta, ainda, o aquecimento de discos de dielétricos que não tinham o comportamento dos eletretos. Nos dois casos - tanto o aquecimento dos eletretos como o aquecimento de dielétricos, que não possuíam o comportamento de eletretos - foi verificada a corrente elétrica.

A segunda conjectura apresentada, para explicar a formação dos eletretos obtidos na ausência de campo elétrico, é que as cargas poderiam ter surgidas durante a solidificação do dielétrico, "ficando congeladas durante o processo de resfriamento desde a temperatura de fusão até a temperatura ambiente"(*idem,ibdem*).

A corrente elétrica surgida durante o aquecimento de eletretos, dentro da estufa, sugeriu a Costa Ribeiro que as cargas teriam origem no processo de solidificação, contemplando a segunda conjectura. Para testar a segunda hipótese repetiu-se o procedimento experimental anteriormente descrito para

o aquecimento, com uma diferença: a temperatura foi elevada além do ponto de fusão do dielétrico. Foi então que Costa Ribeiro observou, "pela primeira vez, uma forte corrente durante a fusão de um disco de parafina" (*idem,ibdem*).

Para Costa Ribeiro, a corrente observada durante a fusão da parafina poderia provir da libertação das cargas preexistentes no disco do dielétrico, ou seja, cargas *congeladas.* Para esclarecer tal dúvida, realizou "uma série de fusões e solidificações sucessivas" (*idem,ibdem*) e observou "correntes intensas durante essas mudanças de estados" (*idem,ibdem*). Repetiu a experiência para discos de cera de carnaúba e de colofônio solidificados sobre mercúrio que conduziram aos mesmos resultados.

Na sessão de 14 de novembro de 1944, Costa Ribeiro apresentou uma nota prévia, sem título, dos primeiros resultados de suas observações de um novo fenômeno físico que ele denominou de Fenômeno Termo-Dielétrico. No novo fenômeno, o citado Acadêmico observou o surgimento de correntes elétricas associadas à mudança de estado físico. A descoberta de tal fenômeno deveu-se ao fato de Costa Ribeiro procurar esclarecer a origem das cargas elétricas, observadas em dielétricos solidificados na ausência de campo elétrico exterior (eletretos) que fora comunicado à Academia em sessões anteriores. Na nota prévia, o novo fenômeno foi observado durante a fusão e também na solidificação da cera de carnaúba, parafina e naftaleno, conforme descrito na tese. Naquela sessão, Costa Ribeiro "chamou a atenção para o fato de que a observação do Fenômeno no naftaleno mostra estar o mesmo relacionado com a modificação do estado de agregação de substâncias quimicamente puras e não apenas de misturas completas como a cera de carnaúba ou a parafina [...]". Apresentou ainda o

esquema do aparelho que construiu para o estudo quantitativo do Fenômeno Termo-Dielétrico. A comunicação foi encerrada com experiências demonstrativas.

As primeiras observações do Fenômeno Termo-Dielétrico ressentiam do fato de que "As correntes observadas apresentavam no entanto certas características que atribuímos ao fato de se processar a mudança de estado em torno de dois eletrodos dentro da estufa" (*idem,ibdem*). Tal fato levou Costa Ribeiro a adaptar equipamentos e a construir o aparelho citado para observar o Fenômeno em outras circunstâncias, e sem a utilização da estufa. Realizando as experiências com parafina, colofônio, cera de carnaúba e naftaleno, confirmou "a suposição inicial de que se tratava realmente de um fato novo, isto é, *da produção de correntes elétricas associadas à mudança de estado físico* do dielétrico" (*idem,ibdem*), daí o título de sua tese de cátedra *Sobre o Fenômeno Termo-Dielétrico (Correntes Elétricas Associadas à Mudança de Estado Físico)*.

Sobre a escolha do nome para o fenômeno, Costa Ribeiro justifica:

> Seria por certo preferível escolher uma denominação mais específica que exprimisse o fato essencial de se tratar de uma *corrente elétrica associada a uma mudança de estado,* conservando-se o termo genérico *termo-dielétrico* para qualquer interdependência entre calor e as propriedades dos dielétricos. Não tendo porem encontrado uma expressão mais adequada (a denominação "*eletrometástase*", além de ser complicada, exprimia melhor o efeito recíproco, ainda não observado, isto é: *uma*

> *mudança de estado produzida por uma ação elétrica*), preferimos conservar a terminologia usada em nossa primeira comunicação sobre o fenômeno à Academia Brasileira de Ciências (*idem,ibdem*).

Relembrando agora a pesquisa de Costa Ribeiro, presente em sua tese de cátedra, que expõe o fenômeno termodielétrico. É apresentada numa, sequência, a evolução dos equipamentos utilizados nas pesquisas do referido fenômeno, com exceção da estufa e eletrodos utilizados nas primeiras observações.

O primeiro aparato apresentado em sua tese, montado para observar correntes elétricas surgidas na fusão de dielétricos é o da figura 13. Nele, Costa Ribeiro apresenta como observar qualitativamente e de maneira simples, o fenômeno termodielétrico.

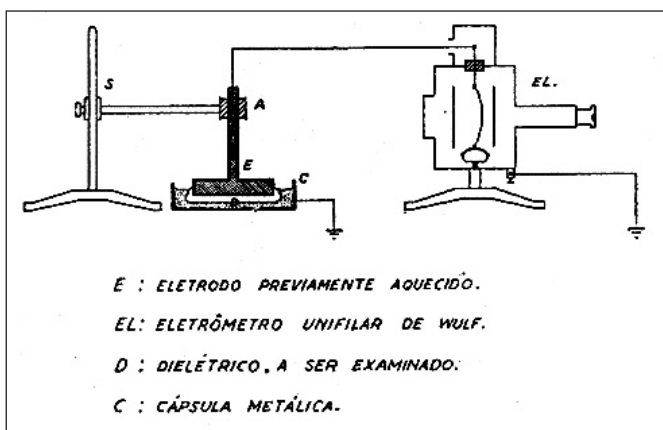



Figura 13: Experiência demonstrativa do Fenômeno Termodielétrico

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST

Para observar a corrente elétrica, Costa Ribeiro denominou-a de corrente termodielétrica utilizando o aparato da figura13. Ele fundiu, primeiramente, o dielétrico a ser examinado e, em seguida, aguardou sua solidificação que ocorre lentamente dentro de uma cápsula metálica (C), ficando o dielétrico com a forma de um disco, forma da cápsula metálica. O dielétrico não é destacado da cápsula. O eletrodo metálico (E), também com a forma de um disco, porém de diâmetro menor, é preso por meio de um isolador feito de âmbar (A) a um suporte (S) que permite deslocá-lo, verticalmente, estando o eletrodo ligado ao eletrômetro unifilar de Wulf (EL). O eletrodo é então aquecido até atingir uma temperatura superior àquela de fusão do dielétrico a ser examinado. Atingida a referida temperatura abaixa-se o eletrodo até que ele toque a superfície do dielétrico, que se encontra solidificado dentro da cápsula metálica. O eletrodo provoca, então, uma rápida fusão de uma parte do dielétrico. Esta rápida fusão provoca o surgimento de uma corrente elétrica, provocando a deflexão do fio do eletrômetro, ou seja, o eletrômetro acusa, mas não mede a corrente elétrica produzida. Pela rapidez com que se desloca o fio[24] do eletrômetro, podia-se calcular a intensidade da corrente elétrica produzida.

A experiência relatada permitiu observar a corrente elétrica associada à fusão de dielétricos. Ao realizar tais procedimentos, Costa Ribeiro observou a corrente termo-dielétrica no naftaleno, naftol, no ácido esteárico, em parafinas, na cera de carnaúba, na cera de ouricuri, no colofônio, na cera de moldagem (dos dentistas), no enxofre e em misturas de colofônio e cera de carnaúba. Desses, a corrente mais intensa se manifestou no naftaleno. Em tal procedimento um aspecto que deveria ser levado em consideração era referente à solidificação da parte fundida. Quando a solidificação ocorria de baixo para cima, ou seja, aproximando-se

---

24 Para fácil compreensão, podemos fazer a analogia do fio do eletrômetro a um ponteiro, que indica a tensão estabelecida quando surge a corrente elétrica.

do eletrodo, aspectos gerais do fenômeno não apresentavam maiores problemas. Acontece que devido à perda de calor e o consequente resfriamento do eletrodo, a solidificação podia ocorrer de cima para baixo, ou seja, a partir do eletrodo, o que complicava o aspecto do fenômeno observado, dificultando sua interpretação.

Procurando realizar mais comodamente o aquecimento do eletrodo na experiência acima citada, Costa Ribeiro introduziu a utilização de resistência elétrica contida dentro de uma caixa, que era aproximada do eletrodo, provocando seu aquecimento, sem tocá-lo, por transmissão de calor (irradiação), figura 14.

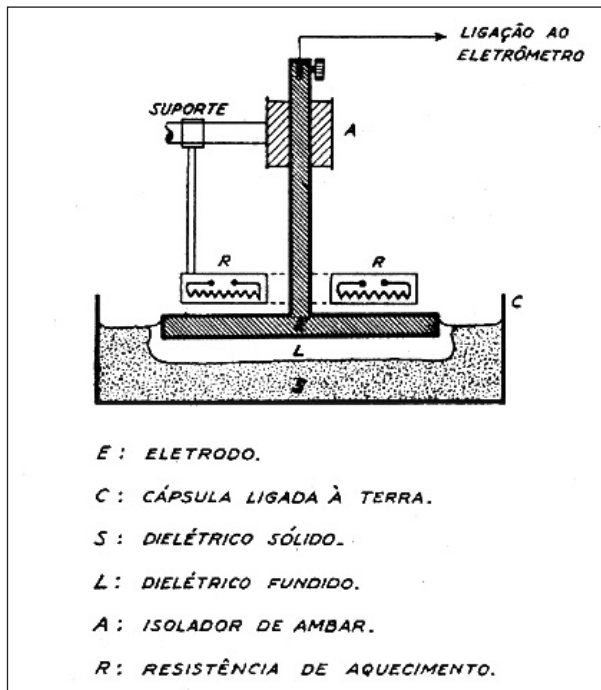



Figura 14: Célula termodielétrica com eletrodo aquecido

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST

A fim de evitar os inconvenientes surgidos na utilização dos aparatos anteriormente apresentados, Costa Ribeiro passou a realizar experiências de solidificação e fusão, iniciando as experiências com o dielétrico em estado líquido, derretido. Apresenta, então, um eletrodo que possui um duto interno permitindo a passagem de corrente de ar, como mostram as figuras 15 e 16.

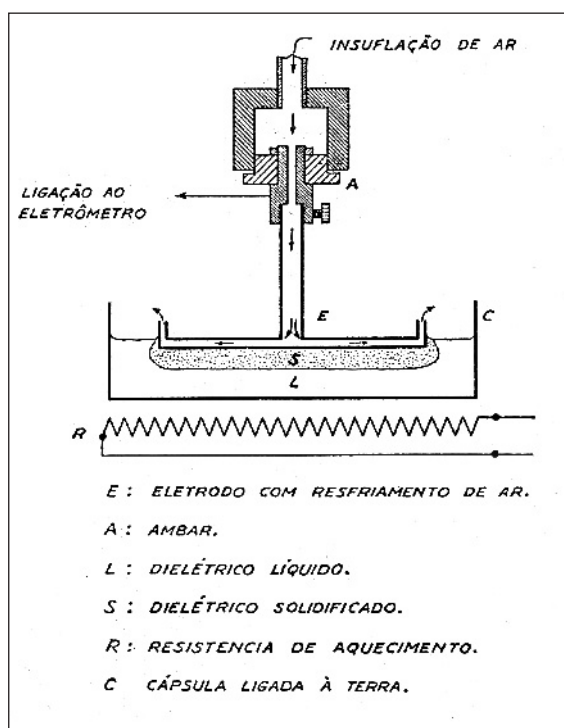



Figura 15: Célula termodielétrica com eletrodo resfriado por corrente de ar

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST

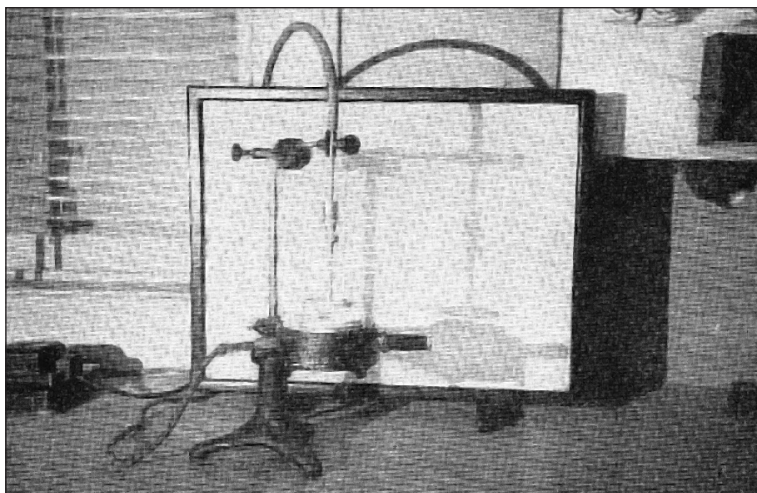



Figura 16: Célula termodielétrica com eletrodo resfriado por corrente de ar

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

A corrente de ar era fornecida ao duto do eletrodo por um pequeno compressor com reservatório de ar comprimido. A partir de um registro (válvula) era possível controlar a corrente de ar fornecida ao eletrodo e sua pressão era acompanhada por meio de um manômetro.

Utilizando o eletrodo vazado, as experiências se iniciavam com o dielétrico em estado líquido, e assim se mantinha na cápsula metálica (C), através da utilização de uma resistência externa (R) que mantinha sua temperatura superior à temperatura de solidificação do dielétrico usado, conforme as figuras 15 e 16. Tal resistência não toca à cápsula metálica mantendo aquecida por irradiação.

Estando o dielétrico em estado líquido no interior da cápsula[25] e o eletrodo parcialmente mergulhado nele, de modo que os dutos permitam a saída da corrente de ar livremente, iniciava-se a experiência. Uma visão geral do equipamento é apresentada na figura 17.

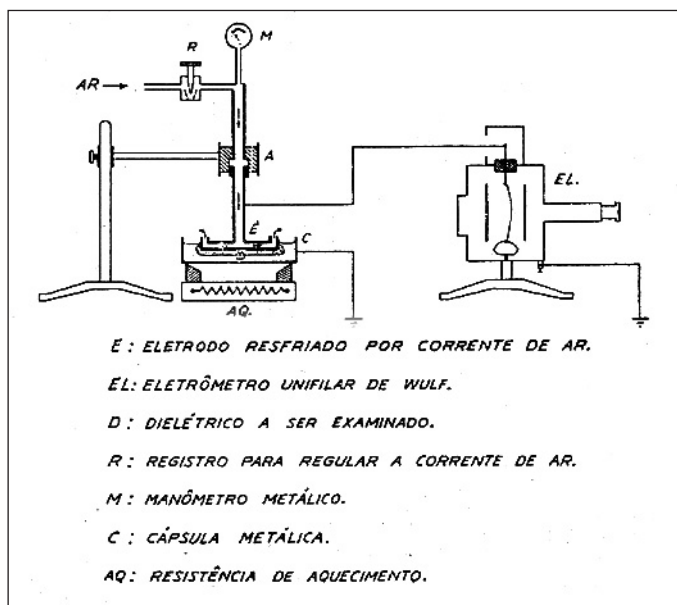



Figura 17: Experiência demonstrativa da reversibilidade do Fenômeno Termodielétrico

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST

Abrindo- se o registro do compressor, o ar era insuflado, percorrendo o duto interno do eletrodo e saindo na direção vertical, de baixo para cima como mostram as figuras 15 e 17.

25 A cápsula deveria ser do mesmo metal que constituía o eletrodo.

Tal procedimento fazia com que o eletrodo fosse resfriado pela passagem da corrente de ar pelo duto interno, e o dielétrico em contato com o eletrodo, então líquido, começava a solidificar. Tão logo a superfície do eletrodo ficava completamente revestida por uma película sólida, de modo que não houvesse contato direto do dielétrico em estado líquido com o eletrodo, o fio do eletrômetro sofria uma deflexão acusando o surgimento de uma corrente elétrica. Costa Ribeiro observou que se aumentando a pressão e, portanto, a rapidez com que o ar era insuflado, consequentemente a velocidade[26] de solidificação aumentava, e aumentava também a intensidade da corrente elétrica produzida. Reduzindo a velocidade da corrente de ar, diminuía a intensidade da corrente elétrica, e isso ocorria porque a solidificação era mais lenta. Controlando-se cuidadosamente a velocidade do ar insuflado, era possível manter constante certo volume do dielétrico solidificado em torno do eletrodo. Então o volume bem definido e constante do dielétrico solidificado permanecia em equilíbrio com o dielétrico em estado líquido coexistindo um sistema difásico sólido(S)-líquido(L) em equilíbrio, observados nas figuras 15 e 17. Nesta situação não era observado corrente elétrica. A partir do equilíbrio citado, reduzia-se a velocidade do ar insuflado, e começava a ocorrer a fusão do dielétrico e o eletrômetro acusava o surgimento de corrente elétrica. Podia-se ainda a partir do equilíbrio do sistema difásico sólido(S)-líquido(L) insuflar corrente de ar, aumentando a massa solidificada, tendo como consequência o surgimento de corrente elétrica, como citado.

26 O termo velocidade refere-se à rapidez com que o dielétrico era solidificado ou fundido, termo utilizado por Costa Ribeiro que será mantido. O mesmo termo é utilizado para a rapidez com que a corrente de ar insuflado pelo compressor percorria o duto interno do eletrodo vazado.

Para Costa Ribeiro, a experiência mostrava claramente que a corrente elétrica observada é um fenômeno associado à mudança de estado físico e que se tratava de um fenômeno reversível, ocorrendo tanto na solidificação como na fusão. Tal experiência mostrava ainda que a intensidade da corrente produzida é tanto maior quanto maior for a velocidade ou rapidez da mudança de estado.

Voltemos nossa atenção para a figura 15. Observa-se nela o conjunto formado pelo sistema difásico dielétrico líquido(L) - dielétrico sólido(S) entre os dois eletrodos[27]. Tal sistema constitui o elemento que Costa Ribeiro denominou de célula termodielétrica, capaz de produzir corrente elétrica toda vez que se estabelece uma mudança de estado, seja solidificação ou fusão.

Ao procurar pesquisar as leis que regem o fenômeno, Costa Ribeiro montou o aparato apresentado nas figuras 18 e 19. Com o equipamento, pôde realizar as experiências em condições controláveis. A experiência seria conduzida agora de modo a medir, em função do tempo, a massa do dielétrico que muda de estado físico e a intensidade da corrente elétrica produzida.

---

27 Um eletrodo é o vazado ligado diretamente ao eletrômetro e o outro eletrodo é a própria cápsula metálica ligada à terra, conforme figura 17.

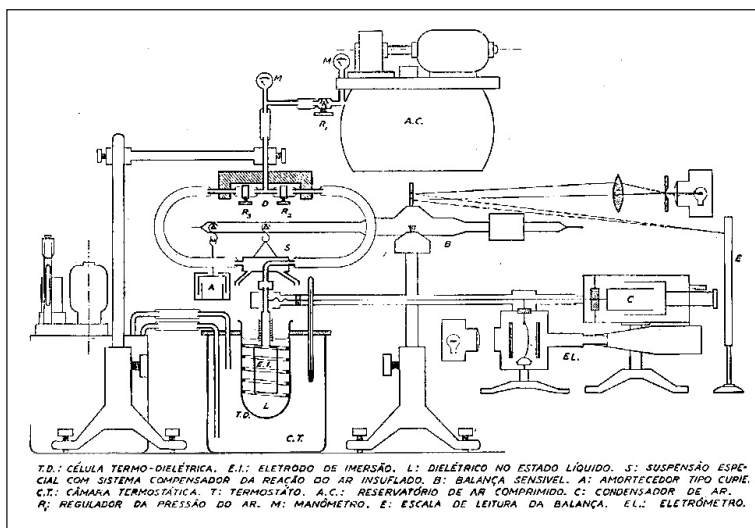



Figura 18: Dispositivo de medida para estudo quantitativo do fenômeno

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST

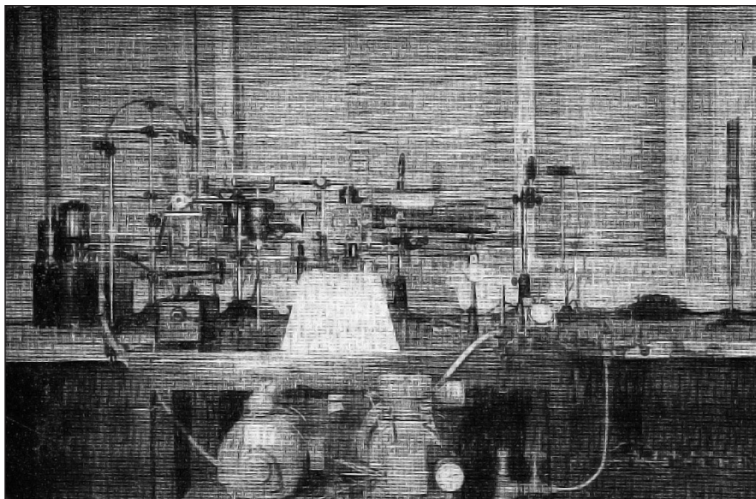



Figura 19: Conjunto da aparelhagem utilizada para o estudo do Fenômeno Termodielétrico

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

Nessa nova etapa da pesquisa, será apresentado, primeiramente, como Costa Ribeiro procedeu para calcular a corrente produzida e depois apresentaremos como se mediu a massa que muda de estado físico. A citada corrente era calculada, e o que o eletrômetro (EL) acusava era a voltagem quando o sistema carregava-se eletricamente devido à corrente elétrica surgida durante a mudança de estado físico do dielétrico.

A corrente elétrica era calculada pelo método eletrométrico, ou seja, por valores obtidos pelos componentes ligados entre si e ao eletrômetro, e para tal fim utilizou-se o eletrômetro unifilar de Wulf associado em paralelo a um condensador cilíndrico

variável de ar, conforme figura 20. A capacidade[28] do condensador de ar podia ser variada permitindo obter várias intensidades de corrente. Um aperfeiçoamento dos equipamentos utilizados pode ser visto no eletrômetro da figura 18; nele foi adaptado um dispositivo de projeção no microscópio de leitura do eletrômetro (ou ocular) que facilitava a leitura das medidas.

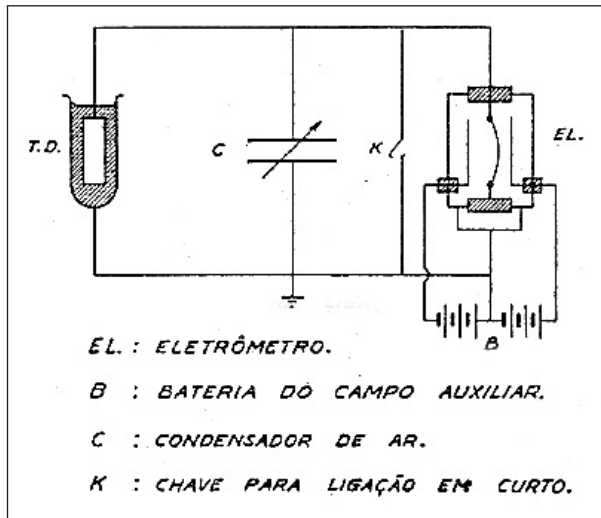



Figura 20: Circuíto eletrométrico para medida da corrente pela velocidade de carga

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

28 Também conhecido como capacitância, é a quantidade de carga acumulada no condensador.

Ao se interromper o curto circuíto, com a abertura da chave K, figura 20, o sistema se carregava pela corrente produzida na célula termodielétrica (T.D)[29], e o fio do eletrômetro marcava os valores da tensão que variava com o tempo.

A forma geral da equação utilizada para calcular a corrente elétrica era:

$$i = C\left(\frac{dU}{dt}\right)_0$$

O termo *i* refere-se à corrente elétrica ou termo-dielétrica e o termo é a variação da tensão em função do tempo. As observações eram feitas em intervalos de tempo (Δt) suficientemente pequenos, e o correspondente valor da tensão (Δ*U*) é também pequeno[30]. Assim, a equação acima toma a seguinte forma:

$$i = C\left(\frac{\Delta U}{\Delta t}\right)_0$$

O termo *C* refere-se à capacidade (ou capacitância) total dos equipamentos que compõem o aparato montado, constituído pelo eletrômetro (C_1), blindagens (C_2), condensador de ar (C_3) e a célula termo-dielétrica (C_4). Todos os valores das capacidades eram previamente obtidos e eram valores fixos[31]. Assim, $C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$. O valor de C_4 dependia do dielétrico utilizado, tendo para cada um deles, valores diferentes.

---

29 A célula apresentada na figura 20 tem um formato diferente do apresentado anteriormente e que será tratado com mais detalhes adiante.

30 A variação da tensão sendo pequena tornava desprezível a componente ôhmica, ou resistência, do dielétrico.

31 $C_1+C_2=71{,}4\times10^{-12}$Faraday, $C_3=459{,}4\times10^{-12}$Faraday e o valor de C_4 dependia do dielétrico utilizado, para o naftaleno, $C_4=28{,}6\times10^{-12}$Faraday.

A forma final da equação para calcular a corrente elétrica era:

$$i = (C_0+C_4)\xi\left(\frac{\Delta L}{\Delta t}\right)$$

O termo refere-se à sensibilidade do eletrômetro e tem valor constante. Assim =3,33x10^{-2} Volts/divisão. Tal valor é obtido levantando-se um gráfico. ΔL refere-se ao deslocamento do fio do eletrômetro lido na escala do aparelho durante o intervalo de tempo Δt. $C_0 = C_1 + C_2 + C_3$.

Ao pesquisar o naftaleno, C_4=28,6x10^{-12}F, e substituindo todos os valores, a equação acima ficava na forma simplificada:

$$i = 17{,}6x10^{-12}\left(\frac{\Delta L}{\Delta t}\right) Ampère$$

Com a forma simplificada da equação, bastava agora fazer a pesquisa com o naftaleno e obter os valores ΔL no eletrômetro e Δt no cronômetro. Para outros dielétricos, o primeiro termo da equação apresentava outro valor em consequência de C_4, e que deveria ser calculado previamente. Essa era a única modificação na forma simplificada da equação, de resto bastava repetir os procedimentos anteriormente descritos, ou seja, obter os valores de ΔL no eletrômetro e Δt no cronômetro.

Efetivamente, a intensidade da corrente surgida no fenômeno termodielétrico era da ordem de 10^{-11} a 10^{-12} Ampère.

Medir a massa do dielétrico que muda de estado físico (solidificação ou fusão) em função do tempo, constituiu-se, para Costa Ribeiro, uma das maiores dificuldades para a realização de seu trabalho de estabelecer as leis gerais do fenômeno. Tal medida devia ser feita continuamente, pois a retirada do eletrodo com

o respectivo revestimento sólido para se medir a massa (pesar) introduziria uma perturbação que não poderia ser avaliada.

Após tentar vários métodos, conseguiu uma solução satisfatória, construindo uma célula termo-dielétrica com eletrodo de imersão resfriado por corrente de ar, preso a uma das extremidades de uma balança de braço. O eletrodo de imersão e outros componentes são apresentados na figura 21 e visto no seu conjunto na figura 18.

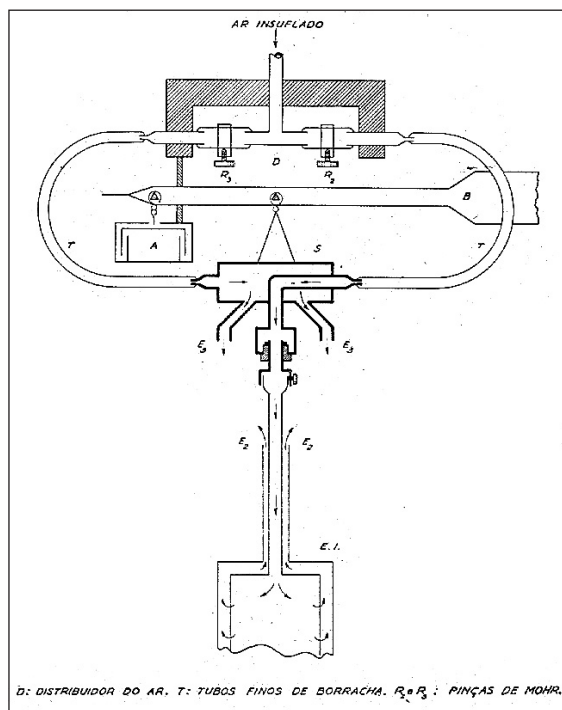



Figura 21: Suspensão especial com sistema compensador da reação do ar insuflado

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

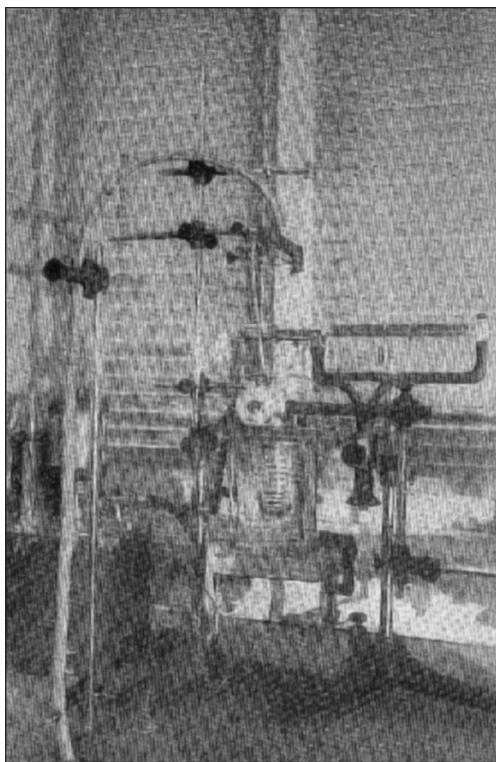



Figura 22: Câmara Termostática

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

Equilibrada a balança, era possível medir as variações da massa da fase sólida a partir de um artifício engenhoso utilizado por Costa Ribeiro, no qual uma fonte luminosa emitia um feixe de luz que era refletida em um pequeno espelho fixo ao travessão vertical da balança. Tal feixe refletido atinge uma escala vertical (E da figura 18), que acusava a variação da massa. A escala encontrava-se a dois metros de distância do pequeno espelho.

Havia um inconveniente na experimentação que deveria ser eliminado. O ar insuflado, ao escapar do eletrodo de imersão, daria origem a uma força que iria afetar o equilíbrio da balança e falsear o resultado da massa solidificada. Eliminou-se tal inconveniente construindo todo o conjunto já apresentado na figura 21.

Por meio de tal dispositivo, a corrente de ar insuflada era separada no distribuidor (D da figura 21) em duas partes distintas e conduzida por dois tubos de borracha (T da figura 21) muito finos e flexíveis. Um dos tubos de borracha era ligado ao eletrodo de imersão (E.I da figura 21) que conduzia parte da corrente de ar vinda do compressor, que passava pelo interior do eletrodo de imersão e saia pelo tubo de escapamento (E_2 da figura 21), na direção vertical de baixo para cima. O outro tubo de borracha era ligado ao dispositivo compensador (E_3 da figura 21), conduzindo também parte da corrente de ar, fazendo com que ele escape também na direção vertical, porém de cima para baixo. Por meio dos registros (R_2 e R_3 da figura 21) regulavam-se as velocidades de escapamento dessas duas correntes de ar, de modo que as duas forças se anulassem.

A célula termodielétrica com eletrodo de imersão é apresentada nas figuras 23 e 24.

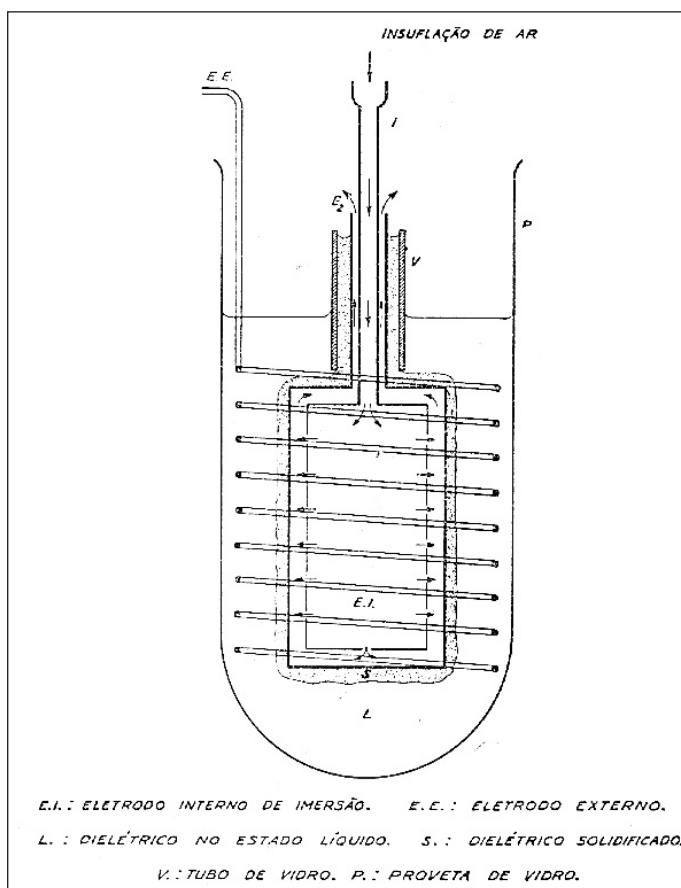



Figura 23: Célula Termodilétrica

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST

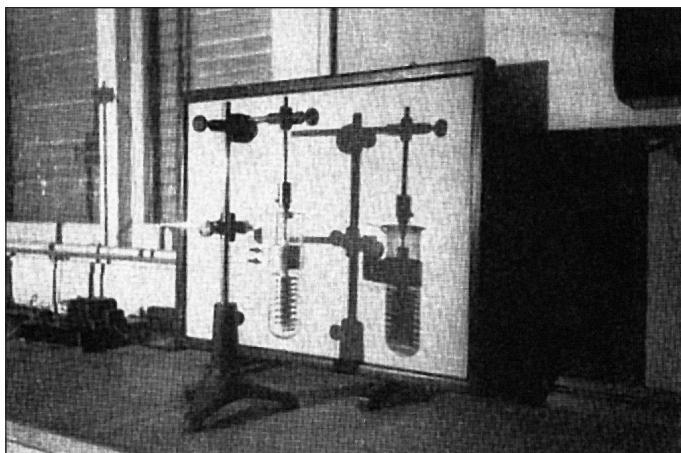



Figura 24: Célula Termodielétrica

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

Na figura 23 são vistos dois eletrodos: o de imersão já citado e o eletrodo exterior; uma evolução do conjunto é apresentado na figura 15, sendo possível estabelecer uma célula termo-dielétrica. O eletrodo exterior (E.E)[32], ligado à terra, é constituído por uma hélice cilíndrica de alumínio. Tal eletrodo encontra-se encostado na parede interna da proveta de vidro (P) ficando permanentemente imerso no dielétrico fundido. O eletrodo de imersão (E.I) é um cilindro de alumínio, de parede muito delgada, possuindo dois condutos que permitem a passagem e saída do ar insuflado. A insuflação era feita pelo conduto central (I) que conduzia o ar a um cilindro oco com vários orifícios que permitia a passagem do ar, a fim de realizar o resfriamento uniforme da superfície do eletrodo.

32 Na figura 23, o eletrodo exterior é representado pelas barras paralelas levemente inclinadas.

O eletrodo de imersão ficava permanentemente mergulhado no dielétrico em estado líquido (L), porém o tubo de saída de ar (E_2) era protegido do contato do dielétrico líquido por um isolador de vidro pyrex[33] (V) que era soldado ao tubo E_2 com o próprio dielétrico em estado sólido. Duas eram as funções desse isolador: a primeira era não permitir que o dielétrico solidifique no conduto de saída E_2, e a segunda era que estando o dielétrico em estado líquido (cuja a resistividade é muito menor que a do dielétrico sólido) ficando, permanentemente, em contato com o eletrodo, ponha em curto circuito o eletrômetro, fazendo com que o fenômeno não seja observado. Resumindo, a solidificação deveria se dar somente em torno do eletrodo cilíndrico, representado na figura 23 pela área retangular imersa no dielétrico.

A proveta (P) que continha os dois eletrodos e o dielétrico fundido da figura 23, ficava permanentemente mergulhado numa câmara termostática (C.T na figura 18, vista também na figura 22) com circulação de água, cuja temperatura era mantida constante por meio de um termostato (T) e superior ao ponto de fusão do dielétrico a ser pesquisado.

Movendo-se o registro R_1 (figura 18), produzia-se solidificação ou fusão em torno do eletrodo de imersão, que era acusado pelo feixe de luz na escala vertical.

A massa que efetivamente mudava de estado era calculada pela equação:

$$m=\sigma\Delta l\left(\frac{D_s-}{D_s - S_l}\right)$$

33 Tipo de vidro que pode ser aquecido.

Em que D_s *e* D_l referem-se, respectivamente, às densidades do dielétrico em estado sólido e em estado líquido calculadas previamente. Cada dielétrico possui um valor característico das densidades. σ refere-se à sensibilidade da balança, estando o eletrodo de imersão mergulhado no dielétrico líquido, é um valor fixo e é obtido a partir de um gráfico. Para Costa Ribeiro o valor de σ já leva em conta a variação do empuxo. Δl é o deslocamento apontado pelo feixe luminoso na escala vertical, quando ocorre solidificação ou fusão do dielétrico. Δl é o valor a ser obtido durante a experiência.

Na sua pesquisa Costa Ribeiro tem como dielétrico principal a ser pesquisado o naftaleno, mas resultados para outros dielétricos aparecem. A escolha por tal dielétrico deveu-se, primeiramente, ao fato de apresentar as maiores correntes dentre os dielétricos utilizados por ele, como já descrito anteriormente. O outro motivo apresentado para tal escolha deveu-se ao fato de ser o naftaleno “uma espécie química bem definida, podendo ser facilmente purificada e possuindo uma temperatura de fusão bem definida e relativamente baixa (80°C)” (*idem,ibdem*).

Costa Ribeiro ressalta na sua tese de cátedra que os resultados apresentados, e que veremos a seguir, “são os resultados desses primeiros estudos” (*idem,ibdem*).

Ajustando a quantidade de ar insuflado para o interior do eletrodo de imersão, fez-se variar a velocidade da mudança de estado, observando uma correspondente variação da intensidade da corrente termo-dielétrica.

Aspectos gerais do fenômeno mostram que se a massa da fase sólida cresce, isto é, se há solidificação, há corrente elétrica. Se a massa da fase sólida decresce, isto é, se há fusão, há também corrente elétrica.

Costa Ribeiro observou que para cada velocidade de mudança de estado[34], havia uma intensidade de corrente associada a cada uma delas, existindo uma interdependência entre a velocidade da mudança de estado e a intensidade da corrente. A fim de estabelecer a forma da interdependência, realizou uma série de medidas com diferentes velocidades de solidificação e fusão para distintos dielétricos.

Nessa parte da pesquisa Costa Ribeiro partiu do sistema difásico sólido-líquido em equilíbrio e começou a aumentar a velocidade do ar insuflado obtendo uma solidificação contínua, acusando o eletrômetro a corrente elétrica. Após um curto intervalo de tempo foi reduzindo a velocidade do ar e a solidificação foi diminuindo até que fosse atingido um novo equilíbrio do sistema sólido-líquido, não havendo solidificação ou fusão, ou seja, mudança de estado físico. Fato observado era que não havendo mudança de estado físico não havia corrente elétrica. Repetiu tal procedimento para diferentes velocidades de solidificação para o naftaleno, possibilitando construir o gráfico da figura 25 e a tabela 5 (abaixo).

34 A velocidade (v) do dielétrico que muda de estado físico era dada pela expressão (), ou seja, a massa que muda de estado físico em função do tempo, .

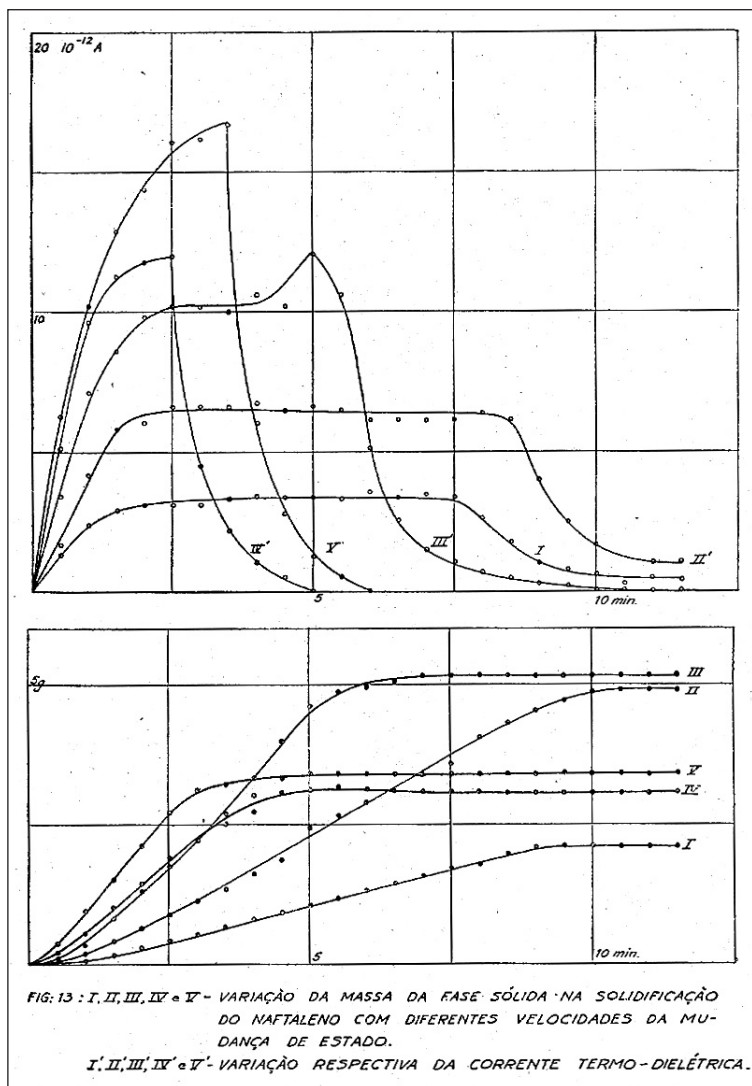



Figura 25: Gráficos dos resultados obtidos na solidificação do naftaleno

Fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST

QUADRO I

$v = \frac{dm}{dt}$	i	$k = \frac{i}{v}$	Observações
$g.seg^{-1}$	$10^{-12}A$	$10^{-9}Cg^{-1}$	
+4,2	+12,6	+3.0	Solidificação
+8,0	+25,4	+3.2	"
+13,3	+40,6	+3,0	"
+14,6	+47,4	+3,2	"
+19,6	+66,2	+3,4	"
+26,4	+87,4	+3,3	"
+9,7	+25,4	+2,6	Solidificação com grande espessura
-6,9	-16,0	+2,3	Fusão

PROPORCIONALIDADE ENTRE A INTENSIDADE DA CORRENTE TERMO-DIELÉTRICA E A VELOCIDADE DA MUDANÇA DE ESTADO (NAFTALENO)
(EXPERIÊNCIAS FEITAS COM O ELETRODO DE IMERSÃO).

Tabela 5

fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

Na primeira coluna da tabela são apresentados os valores das velocidades da mudança de estado físico (as primeiras sete linhas referem-se à solidificação e a oitava linha refere-se à fusão). Vê-se que as velocidades de solidificação e fusão são

constantes, tendo como consequência uma corrente constante. Na primeira linha, por exemplo, a velocidade de solidificação do naftaleno é de 4,2 gramas a cada segundo, ou seja, a cada segundo é acrescido 4,2 gramas de massa solidificada, e a corrente elétrica produzida assume um valor constante e igual a $12{,}6 \times 10^{-12}$ Ampère. Na última linha a velocidade de fusão do naftaleno é de 2,3 gramas a cada segundo, ou seja, a cada segundo 2,3 gramas da massa sólida do dielétrico se funde, e a corrente elétrica produzida assume um valor constante e igual a $3{,}9 \times 10^{-12}$ Ampère.

A partir dos resultados, Costa Ribeiro concluiu que:

> Nas mudanças de estado que se processam com velocidade constante, a intensidade da corrente termo-dielétrica é proporcional a essa velocidade.
>
> Essa proposição constitui pois o enunciado de uma *1ª lei* das que rege o fenômeno termo-dielétrico.

A essa primeira lei, Costa Ribeiro denominou de *Lei das intensidades*, apresentando-nos a equação correspondente, sendo ela:

$$i = k\frac{dm}{dt},$$

em que i representa a corrente termo-dielétrica; $\frac{dm}{dt}$ refere-se à velocidade de mudança de estado; k representa uma constante específica que possui um valor característico para cada dielétrico e denominada por Costa Ribeiro de *constante termo-dielétrica*, vista na terceira coluna da tabela 5. Segundo este

autor: "é importante observar que a lei acima enunciada refere-se *a mudanças de estado que se processam com velocidade constante*" (*idem,ibdem*).

Havia duas ocasiões em que a velocidade de mudança de estado não é constante, sendo elas no início e no final. Logo no início, num curto intervalo de tempo, enquanto cresce a velocidade de solidificação a corrente cresce também, até que a solidificação cresça com velocidade constante (a valores constantes) e a corrente assuma um valor constante. No final, reduzindo-se a velocidade de solidificação, a corrente diminui gradualmente, e quando o sistema atinge o equilíbrio, a corrente se torna nula. Os instantes iniciais e finais não constam na tabela 5 anterior e podem ser observados no gráfico da figura 25. Tais instantes não são válidos na *Lei das intensidades*.

Há um outro aspecto que foi observado por Costa Ribeiro com relação à corrente. Como já citado, logo no início, enquanto cresce a velocidade de solidificação cresce também a corrente, mas quando a velocidade de solidificação se torna constante, a corrente não assume um valor constante; imediatamente, continua crescendo e após certo tempo é que se torna constante. O mesmo acontece quando a velocidade de solidificação é diminuída e a corrente vai diminuindo. Algum tempo depois de começado a redução da velocidade de solidificação é que a corrente começa a diminuir, e quando o sistema já está em equilíbrio sólido-líquido, somente um certo tempo depois é que a corrente se anula. Assim a corrente mostra-se atrasada, ou defasada, em relação à mudança de estado físico, mostrando que o 'fenômeno termo-dielétrico tem um caráter hereditário, ou mais precisamente que o valor instantâneo da intensidade da corrente não depende apenas do valor instantâneo da velocidade

da mudança de estado, mas também de todos os valores anteriores ao instante considerado" (*idem,ibdem*). Em outras palavras, o fato de o sistema ter atingido velocidade constante, de mudança de estado, não significa que naquele instante, a corrente seja constante já que, anteriormente, ela estava crescendo; o mesmo vale para o sistema em equilíbrio.

Costa Ribeiro apresenta ainda em seu trabalho de tese, que a carga elétrica total quando o sistema difásico passa de um estado de equilíbrio (caracterizado por um valor constante da massa da fase sólida m_1) para outro estado de equilíbrio (caracterizado por um valor constante da massa da fase sólida m_2), a carga total é expressa por:

$$Q = \int_1^2 i\,dt$$

A expressão acima é uma integral de área obtendo- se ***Q***, através do gráfico, a corrente elétrica *versus* tempo.

Na tabela 6 estão os valores das cargas obtidas (coluna 2) para diferentes velocidades de solidificação do naftaleno. Na primeira coluna encontra-se os valores da variação total da massa da fase sólida, quando o sistema passa de um estado de equilíbrio para outro. Na segunda coluna estão os valores da carga elétrica.

QUADRO II

$m = m_2 - m_1$	$Q = \int_1^2 i\,dt$	$k = \frac{Q}{m}$	Observações
g	$10^{-9} C$	$10^{-9} C g^{-1}$	
+ 2,1	+ 5,2	+ 2,5	Solidificação
+ 4,9	+ 12,8	+ 2,6	"
+ 5,2	+ 13,6	+ 2,6	"
+ 2,6	+ 6,7	+ 2,6	"
+ 3,5	+ 10,4	+ 3,0	"
+ 13,7	+ 37,3	+ 2,7	"
+ 8,2	+ 14,6	+ 1,8	Solidificação com grande espessura
- 2,0	- 4,4	+ 2,2	Fusão
- 5,2	- 10,9	+ 2,1	"
- 1,2	- 3,0	+ 2,5	"
- 2,3	- 3,9	+ 1,7	"

PROPORCIONALIDADE ENTRE A CARGA ELÉTRICA ASSOCIADA À UM DESLOCAMENTO DO EQUILÍBRIO DO SISTEMA SÓLIDO-LÍQUIDO E A MASSA QUE MUDA DE ESTADO (NAFTALENO).
(EXPERIÊNCIAS FEITAS COM O ELETRODO DE IMERSÃO).

Tabela 6

fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

Costa Ribeiro apresenta então o enunciado da 2ª lei do fenômeno termo-dielétrico, batizada por ele de *Lei das cargas*:

> si um sistema difásico evolui, passando de um estado de equilíbrio para outro , a carga elétrica associada à variação total da massa de uma das fases é proporcional a essa variação da massa.

Retomando a expressão anterior, a equação geral que rege a segunda lei do fenômeno termo-dielétrico é dada por

$$Q = \int_1^2 idt = k(m_2 - m_1) = km$$

Ou

$$Q = km,$$

em que Q é a carga elétrica total, k é a constante termo-dielétrica, e m é a massa total ou a diferença entre a massa da fase sólida final e a massa da fase sólida inicial, estando nos dois casos o sistema em equilíbrio.

Para as duas leis apresentadas, foi necessário esperar um intervalo de tempo para que se tenha extinguido as correntes hereditárias, relativas ao caráter hereditário presente no fenômeno termo-dielétrico. Este procedimento foi realizado para obter os valores das duas últimas tabelas apresentadas (tabelas 5 e 6).

Sendo k uma constante característica de cada dielétrico, Costa Ribeiro recorreu à Lei das cargas para sua determinação, já que na referida lei, a carga elétrica total (Q) é proporcional à massa total.

Obteve-se o valor da massa utilizando o aparato apresentado na figura 15, fazendo o seguinte procedimento: inicialmente, com o dielétrico em estado líquido, promoveu-se a insuflação de ar até atingir um depósito sólido do dielétrico em torno do eletrodo, diminuindo-se, assim, a insuflação até obter um sistema sólido-líquido em equilíbrio, aguardando-se até que a corrente elétrica produzida se anulasse, ou seja, esperando que o caráter hereditário da corrente fosse extinto. Em seguida retirou-se o eletrodo e mediu-se a massa (pesou) do dielétrico solidificado. Com os valores da carga *Q*[35] e da massa, determinava-se o valor de *k* pela expressão da lei das cargas. Os valores determinados para diferentes dielétricos encontram-se na tabela 7, abaixo.

QUADRO III

DIELÉTRICOS	$m = m_2 - m_1$	$Q = \int_1^2 i\,dt$	$k = \frac{Q}{m}$
	g	$10^{-9}C$	$10^{-9}Cg^{-1}$
Naftaleno	+14,27	+39,8	+2,8
Cêra de Ouricuri ou Licuri (Baia)	+13,8	+31,5	+2,3
Cêra de Carnaúba (Variedade escura)	+14,3	-4,8	-0,3
Cêra de Carnaúba (Variedade clara)	+15,3	-1,5	-0,1

CONSTANTES TERMO-DIELÉTRICAS DE DIFERENTES DIELÉTRICOS DETERMINADAS PELA MEDIDA DAS CARGAS ASSOCIADAS Á SOLIDIFICAÇÃO (COM ELETRODO PLANO FIXO).

Tabela 7

fonte: tese de cátedra de Costa Ribeiro, acervo Costa Ribeiro-MAST).

35 Obtida pelo gráfico corrente elétrica *versus* tempo

Na sua pesquisa Costa Ribeiro utilizou-se de eletrodos, de diferentes formas e áreas e obteve diferentes valores da constante *k* para o naftaleno, mostrando que "não nos foi possível ainda estabelecer um método de maior precisão para a medida dessa constante" (idem, ibdem). Com relação à corrente termo-dielétrica afirma que "não foi observada nenhuma influência apreciável da forma e da área dos eletrodos sobre a intensidade da corrente" (idem, ibdem).

Outro aspecto que Costa Ribeiro apresenta com relação ao fenômeno termo-dielétrico é sua reversibilidade, ou seja, a carga total surgida durante a solidificação é igual à carga total surgida durante a fusão. Ele provou a reversibilidade submetendo o naftaleno à solidificação e seguidamente submeteu o naftaleno à fusão. A carga elétrica calculada, tanto no processo de solidificação quanto no processo de fusão, davam praticamente o mesmo valor. Com a parafina obteve-se o mesmo resultado.

Diante do fato experimentalmente observado que o valor instantâneo da corrente não dependia somente do valor instantâneo da velocidade de mudança de estado físico, mas também dos valores anteriores ao instante considerado, ou seja, corrente hereditária, Costa Ribeiro sugere "a possibilidade de ser aplicável à corrente termo-dielétrica uma equação análoga à que se usa para exprimir a corrente anômala na teoria dos dielétricos reais" (idem, ibdem). A corrente anômala a que se refere é a surgida nos condensadores, que como já foi apresentada era pesquisada por Gross.

A equação à qual se refere é:

$$i(t) = i_0(t) + \int_0^t \frac{du}{dt} \varphi(t - \tau) d\tau ,$$

em que i_0 representa todos os efeitos anteriores ao instante em que é observada a corrente. O termo refere-se à variação da tensão no condensador.

Para obter a equação análoga, Costa Ribeiro apresenta os elementos que se correspondem, "si no caso da corrente de absorção a causa imediata de produção da corrente é uma variação da tensão [...], no caso do fenômeno termo-dielétrico a causa imediata da corrente é uma variação da massa [...] de uma das fases, pelo deslocamento do equilíbrio do sistema sólido-líquido" (*idem, ibdem*).

E completa:

> Podemos então estabelecer uma correspondência formal entre *aplicar tensão*, no caso da corrente de absorção e *fazer variar a massa* de uma das fases por uma mudança de estado, no caso do fenômeno termo-dielétrico. Cumpre não esquecer que se trata apenas de uma *correspondência formal* e não de uma *equivalência* entre essas duas *operações*. (idem, ibdem)

A equação análoga de Costa Ribeiro assume a forma:

$$i(t) = i_0(t) + \int_0^t \frac{dm}{dt} \varphi(t - \tau) d\tau ,$$

" é claro que a adoção da equação [..] exigiria uma verificação prévia, que ainda não foi feita [...]"(idem, ibdem).

Sobre a verificação, acrescenta:

> A verificação experimental [...] apresenta porém aqui uma dificuldade maior do que no caso das corrente de absorção, pois é mais fácil produzir variações sucessivas descontínuas de tensão aplicada a um condensador do que variações sucessivas descontinuas do estado de equilíbrio do sistema sólido-líquido, na célula termo-dielétrica. (*idem, ibdem*)

Matematicamente, pode-se utilizar uma equação e através de artifícios matemáticos chegar a um resultado pretendido, assim fez Costa Ribeiro utilizando a equação acima, e coordenando as ferramentas matemáticas chegou à expressão da lei das cargas, $Q = km$. Ele conjecturou que essa seria uma prova indireta de que a equação acima poderia prever o comportamento da corrente do efeito termo-dielétrico, mas como ele mesmo observou faltava a verificação experimental da equação.

Costa Ribeiro não possuía uma explicação plausível para o fenômeno descoberto, então apresentou algumas hipóteses, sustentadas em teorias de fenômenos que poderiam ter alguma relação com a sua descoberta, "procurando encontrar um mecanismo simples capaz de dar conta dos fatos observados"(*idem, ibdem*).

Na teoria da dupla camada, que entre os fenômenos abordados estavam a eletrização por contato (ou atrito) e o chamado fenômeno de Lenard (ou balo-elétrico) que consistia "na separação de cargas elétricas quando uma massa de água é pulverizada em pequeninas gotas ("waterfall electricity"), fenômeno este

pelo qual se tem procurado explicar a origem da eletricidade atmosférica e das enormes diferenças de potencial entre as nuvens, das quais resultam as descargas elétricas atmosféricas" (*idem, ibdem*), foram algumas das hipóteses aventadas.

Outra hipótese consistia em abordar o fenômeno termo-dielétrico do ponto de vista eletrônico, assim poderia admitir que as densidade eletrônicas normais, numa substância, são diferentes no estado sólido e líquido, em tal hipótese:

> [...] Quando uma camada de substância se solidifica ela conserva, nos primeiros instantes a densidade eletrônica que possuía no estado liquido e que não é a sua densidade eletrônica *normal* no estado sólido. Em conseqüência produz-se um deslocamento de elétrons, num ou outro sentido, afim de restabelecer o valor normal da densidade eletrônica da camada no estado sólido. Esse deslocamento corresponderia à corrente termo-dielétrica.
>
> Compreende-se desse modo a possibilidade de interpretar, não só a proporcionalidade entre a corrente e a velocidade da mudança de estado, como também o carater hereditário do fenômeno, pois os deslocamentos dos eletrons através a substância não é um processo instantâneo, o que daria origem à *defasagem* observada entre *v(t)* e *i(t).*
>
> De acordo com esta hipótese deve-se esperar que essa defasagem seja tanto maior quanto maior for a resistividade do material, o que sugere a realização de um estudo comparativo entre êsses dois aspectos do comportamento das substâncias utilizadas.

> Uma outra consequência dessa maneira de considerar o assunto, é a probabilidade de que o fenômeno tem um carater muito geral, ocorrendo não apenas nos dielétricos, mas tambem nos semi-condutores e até nos condutores, revelando-se apenas mais comodamente nos dielétricos pela facilidade de serem observadas, em tal caso, as diferenças de potencial resultantes, por ser maior a resistividade elétrica dessas substâncias.
>
> Poder-se-ia objetar que esta hipótese admite a existência de eletrons livres no interior dos dielétricos, o que não se enquadra com a maneira usual de se considerar a condutibilidade de tais substâncias, comumente atribuida a processos iônicos. (*idem, ibdem*).

Costa Ribeiro então recorreu à mecânica quântica (teoria das bandas de energias em sólidos) para complementar a sua discussão acerca do possível tratamento eletrônico no fenômeno termo-dielétrico:

> Entretanto as modernas teorias da condutibilidade dos sólidos são de caráter eletrônico, e, de acordo com o tratamento quântico, as diferenças existentes entre *isolantes, semi-condutores e condutores* prendem-se, aos números de *níveis energéticos* disponíveis nas faixas de energias permitidas para os elétrons de modo a possibilitar ou não o movimento dos elétrons na direção do campo aplicado, não existindo porém linhas divisórias nítidas entre êsses tipos de comportamento (*idem ibdem*).

Outra hipótese apresentada que poderia levar a uma possível explicação do fenômeno termo-dielétrico é:

> No “modelo eletrônico coletivo” de *Bloch*, p. ex., admite-se explicitamente que os elétrons das camadas exteriores dos átomos não estão ligados aos átomos individuais mas são *livres* de se mover no campo eletrostático periódico da rêde cristalina.
>
> Embora êsse modelo tenha sido utilizado com melhores resultados no caso dos metais, tambem tem sido aplicado a isolantes.
>
> Não há pois nenhuma incompatibilidade essencial entre a hipotese acima formulada e as idéias atuais sobre a condutibilidade dos cristais e é provável que um tratamento quântico do fenômeno termo-dielétrico, levando em conta a influência da temperatura e da excepcional perturbação que representa a destruição ou a formação da rede cristalina nas mudanças de estado, conduza a resultados satisfatórios. (*idem, ibdem*).

Costa Ribeiro conclui sobre as hipóteses:

> **Seja qual for o mecanismo invocado para interpretar o fenômeno** (grifo nosso), e mesmo na hipótese eletrônica acima aventada, deve-se admitir que, uma vez atingido o equilíbrio do sistema difásico, e permanecendo constante a massa das duas fases, existe uma dupla camada elétrica na interfase, cuja diferença de potencial, no estado de equilíbrio, impede o deslocamento das

> cargas através da inter-fase, (razão pela qual é nula a corrente termo-dielétrica quando o sistema difásico está em equilíbrio) (*idem, ibdem*).

Costa Ribeiro realizou outras experiências procurando observar o fenômeno termodielétrico. Através de outra experiência, este autor observou o fenômeno termo-dielétrico na sublimação do naftaleno, fazendo a seguinte experiência:

> Si cobrirmos com um vidro de relógio um "Becher" contendo *naftaleno* líquido mantido a uma temperatura ligeiramente superior à temperatura de fusão, formam-se em pouco tempo, na superfície do vidro de relógio, belos cristais de naftaleno por sublimação [...] (*idem,ibdem*).

Os cristais se formavam pelo resfriamento do vapor de naftaleno no vidro de relógio[36].

> Pode-se observar facilmente a existência de cargas elétricas nesses cristais colocando-os sôbre uma placa horizontal de metal polido. Si a placa metálica é em seguida colocada na posição vertical os cristais menores ficam aderentes, sendo fácil verificar que esta aderência não é devida às fôrças comuns de adesão, pois mesmo que os cristais sejam ligeiramente afastados da superfície da placa êles são novamente atraídos por ela,

---

36 Vidro utilizado em laboratório, de diferentes tamanhos com formato circular e côncavo que lembra o vidro de relógios.

> revelando-se assim o carater eletrostático das forças que o solicitam.
>
> Pode-se ainda observar melhor essas cargas, colocando os cristais cuidadosamente dentro de uma pequena caixa de *Faraday*.(*idem, ibdem*).

Quando os cristais (sólidos) sublimavam, era detectada a corrente elétrica:

> Si o sublimado se formar sôbre um eletrodo metálico ligado a um eletrômetro de Wulf o fio do eletrômetro se deslocará lentamente indicando uma fraca corrente [...] que a que se observa numa célula termo-dielétrica pela solidificação do *naftaleno.*
>
> Estas experiências mostram-nos, pois, que o fenômeno termo-dielétrico se produz não apenas nos processos de *fusão* e *solidificação* mas também na *sublimação*, que é outro tipo de mudança de estado, em que uma das fases é sólida (*idem,ibdem*).

Costa Ribeiro procurou ainda verificar o efeito termo-dielétrico em outra mudança de estado físico: "Tentamos também, observar uma eventual produção de cargas elétricas em outras mudanças de estado como p.ex., a vaporização de líquidos, mas as experiências até agora, realizadas nesse sentido não conduziram a resultados positivos" (idem,ibdem)

Outra experiência que Costa Ribeiro apresenta na tese e que não havia obtido êxito foi o que ele chamou de eletrometástase, que poderia ter sido o outro nome para o efeito termodielétrico, já referido antes, ou seja, mudança de estado produzida por ação elétrica, em outras palavras o fenômeno termodielétrico

inverso. O caráter reversível do fenômeno termodielétrico sugeria a Costa Ribeiro que:

> a passagem de uma corrente elétrica através da interface sólido-líquido pudesse provocar um deslocamento do equilíbrio do sistema, determinando uma solidificação ou uma fusão.
>
> Entretanto as experiências que procuramos realizar nêsse sentido deram até agora resultados negativos.
>
> Essas experiências consistiram em aplicar uma diferença de potencial à célula termodielétrica com eletrodo de imersão suspenso à balança e verificar si se produzia fusão ou solidificação. A insuflação do ar era previamente graduada de modo que antes da aplicação da tensão o sistema sólido-líquido era mantido em equilíbrio.
>
> Aplicamos tensões até 2500 volts sem que se observasse nenhum deslocamento apreciável do equilíbrio.
>
> Êsse resultado negativo não é no entanto plenamente conclusivo, pois é possível que o fenômeno venha a ser observado com aplicação de tensões mais elevadas, o que ainda não foi tentado." (*idem,ibdem*)

Como veremos, Costa Ribeiro apresentará resultados referentes à experiência citada.

No último capítulo de sua tese, Costa Ribeiro retoma a questão dos dielétricos eletrizados propondo uma explicação para tal fato. Antes, trata da massa solidificada do sistema sólido-líquido,

retomando a experimentação: “Si numa célula termo-dielétrica o eletrodo em torno do qual se realiza a solidificação é retirado do liquido, juntamente com o deposito sólido já formado, verifica-se que êsse depósito é eletrizado” (*idem,ibdem*). Para ele tal procedimento poderia fornecer um meio simples de verificar, qualitativamente, se um dielétrico apresentaria o fenômeno termo-dielétrico, sugerindo um teste:

> Para isso funde-se um dielétrico e em seguida mergulha-se no dielétrico fundido uma das extremidades de um bastão de vidro na temperatura ambiente. Retirando-se rapidamente o bastão êle sairá com a extremidade revestida por uma película do dielétrico solidificado. A observação de cargas nessa película por meio de um simples eletroscópio sensível ou de um eletrômetro, constitúi uma indicação da existência do fenômeno termo-dielétrico no dielétrico examinado.
>
> Um estudo sistemático e quantitativo das cargas assim obtidas e de sua evolução no tempo não poude ainda ser realizado (*idem,ibdem*).

Após apresentar a experiência acima, propõe uma explicação para todos os corpos eletrizados em função da solidificação, observado por ele, e recorre à teoria de Gross das cargas *congeladas*, chamada por Costa Ribeiro de efeito Gross:

> Seja qual for a maneira pela qual se realiza a solidificação, podemos admitir que, durante o resfriamento subsequente, as cargas elétricas que haviam sido produzidas na mudança de estado ficam “congeladas” no dielétrico em consequência do *efeito Gross*, dando origem a fenômenos análogos aos que se observam nos *eletretos* (*idem,ibdem*).

Costa Ribeiro apresenta ainda uma hipótese para explicar o fato de que os eletretos obtidos através de campos elétricos aplicados serem mais intensos do que os eletretos obtidos por ele:

> O método usado inicialmente por *Satô* e *Eguchi* e posteriormente por *Gemant* para obtenção de *elêtretos* consiste em realizar a solidificação do dielétrico sob a ação de campos elétricos intensos (da ordem de 10000 volts/cm).
>
> Por outro lado mostramos que densidades elétricas permanentes, embora de menor intensidade, podem ser obtidas pela solidificação na ausência de qualquer campo elétrico exterior, em consequência do fenômeno termo-dielétrico, e que a evolução dessas cargas apresenta uma grande analogia com a evolução das cargas dos *elêtretos*.
>
> Seria pois aceitável admitir que a ação de campo elétrico exterior tivesse como consequência aumentar a intensidade do fenômeno termo-dielétrico, fazendo crescer o valor da constante termo-dielétrica e dando origem por tanto à libertação de cargas maiores do que as que foram por nós observadas. Ficaria, em tal hipótese, esclarecido, de um certo modo, o mecanismo de formação dos *elêtretos*.
>
> A questão da *permanência* das cargas está certamente relacionada com o fenômeno do "congelamento" da eletricidade dos dielétricos, evidenciado pelo já citado trabalho de *Gross* e *Denard*.

> Uma verificação de tal hipótese acima indicada poderia ser feita pela investigação experimental da influência de um campo elétrico exterior sôbre o valor da constante termo-dielétrica (*idem,ibdem*).

Costa Ribeiro conclui sua tese com os agradecimentos, e nele aparece um agradecimento de uma pessoa que emprestou um dos equipamentos utilizados na experiência, mostrando que mesmo para sua pesquisa realizada na FNFi - UB, não possuía todos os recursos:

> Queremos aqui consignar especiais agradecimentos ao nosso amigo *B. Gross*, por suas preciosas sugestões e úteis conselhos, ao nosso assistente *J. Tiomno*, pela lúcida discussão de vários aspectos teóricos e experimentais do assunto tratado, à nossa assistente *Mme.Elisa Frota Pessôa* e à *Senhorita Fany Malin*, pelo eficiente auxílio prestado na execução das medidas e ao Sr. *H.S. Polin* pelo constante interêsse demonstrado e pelo amável oferecimento do compressor utilizado em nossas experiências (1945).

A tese é datada de abril de 1945, mês anterior ao encerramento das inscrições para o concurso da cadeira de Física Geral e Experimental da FNFi-UB, que Costa Ribeiro já ocupava interinamente. A abertura do concurso se deu em novembro de 1944 e conforme edital, " o atual ocupante interino da cadeira será inscrito *ex-officio* e deverá apresentar até a data do encerramento, prova de pagamento da taxa de inscrição, bem como as teses e documentos [...]". As citadas teses se referiam aos "50 exemplares de tese original e inédita, de sua autoria, escrita sobre assunto compreendido na cadeira em concurso" que

Costa Ribeiro deveria entregar. Os exemplares da tese foram publicados pela Editora Agir. Em junho foi divulgada a comissão julgadora do concurso, composta pelos professores Dulcídio de Almeida Pereira, Francisco Magalhães Gomes, João Cordeiro da Graça Filho, Luiz Cintra do Prado e Eugenio Hime[37]. Apesar de nomeados os componentes da comissão, o concurso só é retomado em 1946.

No segundo volume dos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, de 1945, a ABC publicou os Resumos de Comunicações que não haviam aparecido entre 1934 e 1945, período este que abrange a pesquisa desenvolvida nesta pesquisa. Além das comunicações de outros autores, no referido volume aparecem três comunicações de Costa Ribeiro de títulos: *Sobre o fenômeno termo-dielétrico (I)* apresentado na sessão de 29 de maio, *Sobre o fenômeno termo-dielétrico (II)* apresentado na sessão de 12 de junho e *Sobre o fenômeno termo-dielétrico (III)* apresentado na sessão de 26 de junho, todas as comunicações apresentadas em 1945. Nas três sessões, Costa Ribeiro apresentou os resultados gerais e relevantes presentes na sua tese de cátedra. Das três sessões serão acrescentadas algumas informações complementares que não estavam presentes em sua tese ou em sessões anteriores. Na sessão de 26 de maio:

> O acadêmico *J. Costa Ribeiro* apresentou um trabalho *sôbre correntes elétricas associadas a mudanças de estado físico*, comunicando os resultados de seus estudos em prosseguimento à nota prévia, apresentada na sessão de 14 de novembro de 1944, *sôbre o fenômeno termo-dielétrico.*

37 Diário Oficial da União, 20 de junho de 1945.

> Passou á descrição da aparelhagem que idealizou e construiu para o estudo quantitativo do fenômeno e determinação das respectivas leis.
>
> Nessas experiências foi usado um eletrodo de imersão de tipo especial, suspenso a uma balança sensível [...].

Na sessão de 12 de junho Costa Ribeiro fala sobre a expressão da corrente termodielétrica que ele obteve por analogia a corrente de absorção:

> [...] pode-se escrever como expressão da *corrente termo-dielétrica* uma equação formalmente análoga à equação geral da *corrente de absorção dielétrica* já conhecida, pelos importantes trabalhos de B. Gross, P.S. Rocha e Oliveira Castro, em seus estudos experimentais e teóricos sôbre as anomalias dos dielétricos reais.

Ainda na mesma sessão, Costa Ribeiro fala da contribuição de Jayme Tiomno em uma das hipóteses que poderia explicar o fenômeno termodielétrico:

> Uma outra maneira de abordar o mecanismo elementar do fenômeno foi sugerido por *J. Tiomno* e consiste em considerá-lo dum ponto de vista puramente *eletrônico*, admitindo-se que, numa mesma substância, as *densidades eletrônicas normais* sejam diferentes nos estados sólido e liquido. De acordo com esta hipótese, haveria por exemplo durante a solidificação, um deslocamento de elétrons

> atravez da interface, a fim de restabelecer o valor normal da densidade eletrônica na camada sólida recém-formada, constituindo êsse deslocamento a corrente termo-dielétrica.

Ainda em 1945, ocorreu entre 17 e 22 de setembro o Congresso de *Matematicas, Física y Astronomia* em Buenos Aires e Rosário, organizado pela *Asociacion Fisica Argentina*. Dentre os presentes estavam Costa Ribeiro da UB, Gleb Wataghin da USP e Guido Beck representando Córdoba, pouco tempo depois Beck se estabeleceria no Brasil. Costa Ribeiro apresentou a comunicação *Sobre el Efecto termo-dielétrico (corrientes eletricas asociadas a câmbios de estado físico)* e Wataghin apresentou a comunicação *The statistical mechanics at extremely high temperatures.*

Em março de 1946 o concurso de cátedra de Costa Ribeiro foi retomado, sendo que no dia 7 ocorreu o julgamento dos títulos[38]. No dia seguinte foi entregue a Costa Ribeiro os pontos formulados pela comissão examinadora para a prova escrita, sendo eles: Pesquisa das relações de interdependência entre as grandezas físicas; Estudo dos movimentos vibratórios de um ponto material; Campos de força e, em particular, campos newtonianos; Escoamento dos fluidos reais; Tensão superficial e fenômenos correlatos; O segundo principio da termodinâmica; Transmissão de calor; Mudança de estado dum corpo puro; absorção da luz pelos meios transparentes; Dispersão da luz; Dispositivos interferenciais; Indução eletro-magnética; Propriedades magnéticas das correntes; Passagem da eletricidade através dos gases; Radiações emitidas pelas substâncias

38 Diário Oficial da União, 7 de fevereiro de 1946.

radioativas. No dia 11, a comissão examinadora entregou os pontos para a prova prática, sendo eles: Balança de precisão; Densimetria; Viscosimetria; Calorimetria-transformações eletro-térmicas; Fotometria- espectrometria; Refratometria; Electrometria; Medidas de resistência, indutância e capacitância; Medidas potenciométricas; Instrumentos de medidas elétricas. Finalmente, no dia 13 foram entregues os seguintes pontos pela comissão examinadora para a realização da prova didática: Teoria das dimensões; Propagação das vibrações-conceitos e leis fundamentais; Escoamento do líquido perfeito; Vibrações forçadas; Conceitos fundamentais da teoria cinética; Primeiro princípio da termodinâmica; Luminescência; Dupla refração-fenômenos fundamentais; Caráter descontinuo das cargas elétricas; Condução da eletricidade nos metais; Campo magnético das correntes-estudo quantitativo; Passagem da eletricidade através dos gazes; Radioatividade natural-fenômenos e leis fundamentais; e fenômenos termoelectronicos.

Aprovado no concurso, Costa Ribeiro foi nomeado catedrático efetivo em 3 de junho, tomando posse em 3 de julho do mesmo ano. Em outubro foi nomeado chefe do Departamento de Física.

Ainda em 1946, foram publicados quatro artigos no segundo número dos Anais da ABC, que tratavam do fenômeno termodielétrico. Cada artigo apresentava o tratamento fenomenológico e matemático procurando explicar os vários aspectos presentes no fenômeno (cargas, correntes elétricas, leis, constante termodielétrica e etc). No referido número Gross publicou o artigo intitulado *Uma nota prévia sobre o efeito termodielétrico*, Luiz Cintra do Prado, do Departamento de Física da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo publicou dois artigos: *The statistical*

character of the thermo-dielectric phenomenon e *An exponential form for the hereditary function in the thermo-dielectric phenomenon,* Paulo Saraiva de Toledo, também do Departamento de Física da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, publicou o artigo *On the law of charges in the thermo-dielectric effect*. Foi no artigo de Saraiva de Toledo (1946) que apareceu publicado pela primeira vez a denominação Efeito Costa Ribeiro[39], como denominavam os Acadêmicos da ABC o fenômeno termodielétrico.

Em 1947, Costa Ribeiro recebeu uma carta da Shell Development Company, da California, solicitando um exemplar de sua tese de cátedra. A peculiaridade é que o endereço do destinatário é a Escola Politecnica da USP, o que explica ele estar recebendo uma segunda correspondência sobre o mesmo pedido.

No acervo de Costa Ribeiro depositado no MAST, não foi possível levantar se Costa Ribeiro respondeu à carta da Shell, mas infere-se que sua tese não era conhecida somente no Brasil.

39 Como o artigo estava redigido em inglês, assim esta registrado: "[...]the thermo-dielectric of Costa Ribeiro effect [...]"

SHELL DEVELOPMENT COMPANY

4560 HORTON STREET

EMERYVILLE 8, CALIFORNIA

TELEPHONE OLYMPIC 6100

July 15, 1947

PROFESSOR T. COSTA RIBEIRO
Department of Physics
Escola Politecnica
Universidad de Sao Paulo
Sao Paulo, Brazil

Dear Sir:

We have never had a reply to our letter of April 23 in which we asked if there was an English translation of your thesis "Sôbre o fenômeno thermodiélectrico." If not, we asked if it would be possible to obtain a copy of the original. We should be glad to remit for any cost that might be incurred for this work. We are writing you again in case our first letter did not reach you.

Very truly yours,
SHELL DEVELOPMENT COMPANY

Ruth V. Wingfield
per JSW

EI

Librarian

Figura 26: Carta da empresa Shell para o Prof. Costa Ribeiro

Fonte: acervo Costa Ribeiro-MAST

No primeiro número dos Anais da ABC de 1947, Cintra do Prado e Saraiva de Toledo publicaram o artigo em conjunto intitulado *Numerical verifications of the exponential form for the hereditary function in thermo-dielectric phenomena.*

Ainda nesse mesmo ano, no quarto número dos Anais, foram publicados os resumos de quatro comunicações apresentadas por Costa Ribeiro nos meses de maio, setembro e outubro nas sessões da ABC de 1947. Na sessão de 28 de outubro o citado autor apresentou a comunicação intitulada *Novas observações sôbre o fenômeno termo-dielétrico*, em que descreveu o novo tipo de célula termodielétrica que idealizou e construiu no laboratório de Física Experimental da FNFi-UB, com a qual era possível fazer medidas rápidas e precisas da constante termodielétrica (K). No novo modelo de célula era possível realizar pesquisas quantitativas do fenômeno nos dielétricos líquidos à temperaturas ordinárias, ou seja, dielétricos que se apresentavam no referido estado físico à temperatura ambiente, inicialmente. *Grosso modo*, estando o dielétrico em estado líquido à temperatura ordinária entre dois eletrodos, procedia-se o resfriamento de um deles pelo contato direto com um cilindro metálico previamente resfriado com neve carbonica[40]. O eletrodo ao se resfriar, provocava a solidificação de parte do dielétrico liquido. Com a nova técnica, Costa Ribeiro ampliou o campo das pesquisas a um número maior de substâncias orgânicas, em especial óleos vegetais e minerais e aos produtos derivados do petróleo "permitindo eventualmente a obtenção de novos índices físicos para a caracterização de tais substâncias e para a verificação do

40 Neve carbônica é também citado com o nome de gelo seco, quimicamente é o dióxido de carbono a baixas temperaturas.

seu grao de pureza."(1947), o grau de pureza foi algo que ele já havia apontado em sua tese para uma das possíveis aplicações da constante termodielétrica. Na sessão, Costa Ribeiro comunicou ainda que observou o fenômeno termodielétrico na solidificação da água e na fusão do gelo. Na fusão do gelo " a observação do fenômeno é dificultada porque, embora sendo o gelo um bom dielétrico, a película d'água que se forma à superfície é altamente condutora, impedindo assim a observação e a medida das cargas libertadas na mudança de estado"(1947). Para observar o fenômeno na fusão do gelo, foi preciso resfriar o eletrodo, " pois o eletrodo ligado ao eletrômetro sendo previamente resfriado com "neve carbônica", fica revestido de uma camada de gelo proveniente da solidificação da água resultante da precipitação do vapor d'água da atmosfera, o que impede o contato desse eletrodo com a fase liquida da célula termodielétrica na qual é estudado o fenômeno" (1947). Sobre a observação do fenômeno termodielétrico na fusão do gelo Costa Ribeiro aponta na comunicação que "Esta observação é de grande interesse, pois torna plausível a hipótese de que as cargas elétricas freqüentemente observadas na neve e no granizo tenham sua origem, ao menos em parte, no fenômeno termo-dielétrico" (1947).

Finalizando o ano de 1947, Costa Ribeiro passou a ter direito de acumular os seus cargos de professor, um federal e outro municipal, ambos obtidos por concurso[41].

Em fevereiro de 1948 Costa Ribeiro encontrava-se em Paris para apresentar nos dias 18, 25 e 27, na Sorbonne, a conferência *Un Nouveau Phénomène Physique: L'effet Thermo-Diélectrique*. A conferência foi uma realização conjunta da Universidade de

41 Diário Oficial da União, 7 de outubro de 1947.

Paris e do Institut Franco-Brésilien de Haute Culture. Das conferências surgiu o artigo *Le phénomène thermodiélectrique* escrito por Gerard Wlerick e publicado no periódico francês *La Revue Scientifique* em março daquele ano.

No terceiro número da edição de 1950 dos Anais da ABC, Costa Ribeiro publicou um longo artigo que tratava de sua descoberta, sob o título *On the thermo-dielectric effect*. O artigo é uma versão condensada de sua tese de cátedra acrescido das novas observações feitas por ele e de contribuições de autores brasileiros, sobre o tema, publicados em anos anteriores no referido periódico. Na primeira página do artigo há uma nota de rodapé. Na nota, Costa Ribeiro escreve que o artigo apresenta os tópicos essenciais de sua tese de cátedra, com data e ano, e que os primeiros resultados da observação do fenômeno foram comunicados na sessão da ABC em novembro de 1944 e que em 1945 foi publicado nos Anais da ABC os resumos das comunicações apresentadas nas sessões da ABC, no referido periódico com menção ao número e volume do periódico. Tal expediente é algo que ele já havia feito em sua tese de cátedra, constituindo na verdade nas referências de seu trabalho. A novidade é que na nota, Costa Ribeiro faz menção às suas apresentações na Argentina em 1945, com referência à comunicação publicada na Revista de *La Union Matematica Argentina* e em Paris, na Sorbonne, em 1948, também com referência à publicação da *La Revue scientifique*.

No citado artigo são apresentados todos os aspectos do fenômeno tratados por Gross, Cintra do Prado e Saraiva de Toledo apresentando as citadas referências nas notas de rodapé, com os referidos títulos, autores e os anos das publicações nos Anais da ABC. Assim, o artigo era mais completo do que a própria tese. No artigo é apresentado ainda o eletrodo em que fez menção

na comunicação publicada em 1947 nos Anais da ABC em que observou o fenômeno termodielétrico na solidificação da água, figura 27, abaixo.

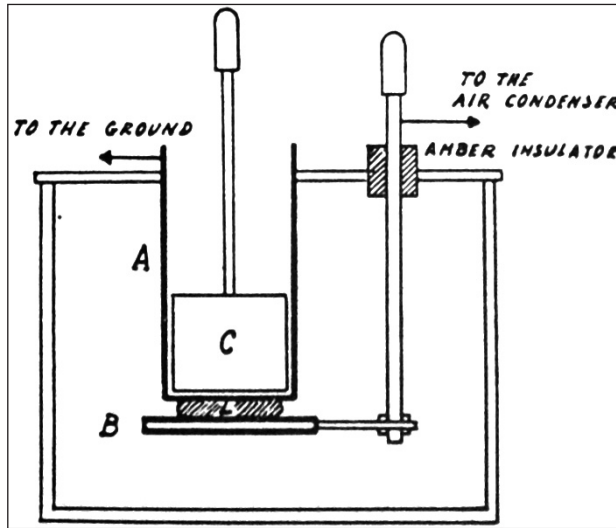



Figura 27: Eletrodo utilizado para observar o efeito termodielétrico na solidificação da água

Fonte: Anais da ABC

Na figura são apresentados os dois eletrodos: o eletrodo A em formato de U, e o eletrodo B horizontal e linear. O eletrodo B é ligado diretamente ao condensador de ar, onde depois se fazia a medida da corrente elétrica produzida pelo fenômeno. Entre os eletrodos A e B colocava-se uma pequena porção de água, benzeno ou outro dielétrico líquido (L) à temperatura ordinária. O eletrodo A tem o formato de U que era para permitir que o cilindro de alumínio maciço (C) previamente resfriado por gelo seco fosse introduzido e encostado no eletrodo A fazendo

com que o mesmo se resfriasse e provocasse o congelamento de parte da água ou outro dielétrico líquido, e que fosse observado o fenômeno termo-dielétrico. É apresentado ainda no artigo o novo método que ele utilizou para calcular a constante termo-dielétrica, referida também na publicação de 1947, figura 28.

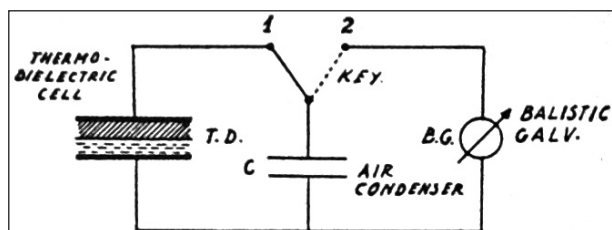



Figura 28: dispositivo utilizado para calcular a constante termodielétrica

Fonte: Anais da ABC

Na figura, uma vez estabelecido o fenômeno termodielétrico, este carregava o condensador, e estando carregado se desfazia a ligação entre este e a célula termodielétrica por meio de uma chave, e ligava-se o condensador ao galvanômetro em que se obtinha a corrente produzida pelo fenômeno, pela descarga do condensador no galvanômetro.

Em 1952, ocorreu o *Simpósio sobre novas técnicas de pesquisa em física*

> O "Simpósio sobre Novas Técnicas de Pesquisa em Física" foi promovido pela Academia Brasileira de Ciências em colaboração com o "Centro de Cooperación Científica para a América Latina" da UNESCO e sob os auspícios do Conselho Nacional de Pesquisas do Brasil.

> Foi o seu objetivo promover uma oportunidade para que físicos do Brasil e de vários países da América Latina entrassem em contato pessoal com alguns colegas da Europa e dos Estados Unidos da América do Norte. As reuniões científicas tiveram lugar no Rio de Janeiro e em São Paulo durante as duas semanas de 15 a 29 de julho de 1952. Foram apresentadas e discutidas as memórias enfeixadas no presente volume. A esta Academia coube a tarefa de convidar os físicos norte-americanos e europeus, organizar e supervisionar o programa geral das reuniões científicas e das visitas a laboratórios e institutos e dirigir o trabalho de impressão do presente volume. Coube ao "Centro de Cooperación Científica para a América Latina" da UNESCO, convidar os físicos latinos-americanos, supervisionar o trabalho de registro das discussões e contribuir financeiramente para a realização do Simpósio. Os membros do Simpósio foram hóspedes da Universidade de São Paulo, que coordenou a parte das reuniões científicas realizadas em suas dependências naquela cidade. O Conselho Nacional de Pesquisas do Brasil concedeu uma substancial ajuda financeira, sem a qual teria sido impossível dar a essas reuniões a amplitude de que se revestiram (NEW RESEARCH TECHNIQUES IN PHYSICS, 1954).

O citado encontro contou com uma grande participação de físicos brasileiros e de outras nacionalidades, como exemplo, Wigner e Bohm. Costa Ribeiro contrubuiu para a realização do

evento, estando à frente do CNPq. Também apresentou a comunicação *Recent contributions to the study of the thermo-dielectric effect*. Ainda neste ano Willer Florêncio descobre uma nova variedade do mineral zirconita, cuja ocorrência foi observada nos municípios de Macaraní e Itambé, na Bahia. Florêncio dedica a sua descoberta a Costa Ribeiro " [...] para esta nova variedade propomos o nome de *Ribeirita* em homenagem ao fisco brasileiro Prof. Joaquim da Costa Ribeiro." (FLORÊNCIO, 1952)

Antes de avançar na década de 1950, que já foi apresentada com a citada publicação de Costa Ribeiro, é interessante rememorar a influência que teve a descoberta de Costa Ribeiro na Física brasileira.

O físico Jayme Tiomno foi assistente de Costa Ribeiro até 1946, e fez o seguinte relato:

> O Wataghin, quando vinha ao Rio, sempre procurava entrar em contato com os alunos da Física e oferecia uma bolsa para São Paulo. No meu caso, foi o Mário Schoemberg que fez um curso (eu o fiz) e, depois me ofereceu bolsa para São Paulo.
>
> Fui para São Paulo, então. Passei lá parte de 1946 e parte de 1947. Voltei em 47 mesmo, para o Rio [...].
>
> Recebi um convite de Schoemberg para ser seu assistente, na USP, de Fisica Teórica. Não tive mais duvida! Fui para São Paulo, sob a condição de que ele me apoiaria, quando eu pedisse bolsa para fazer o doutorado no exterior. Em 1948, consegui essa bolsa e fui para Princeton / (USA) (TIOMNO, 1992).

Com a ida de Tiomno para São Paulo, Costa Ribeiro passou a contar com um novo assistente, como informa Elisa Frota Pessoa:

> Quando o Jayme quis ir para São Paulo (Costa Ribeiro tinha dois assistentes Jayme e eu) ele ficou indeciso mas me comprometi a dividir o trabalho do Jayme com ele. Jayme foi para São Paulo, ficou um ano, voltou e depois foi contratado por São Paulo e foi substituído pelo Armando Dias Tavares. Quando eu aceitei uma bolsa de São Paulo, o Armando Dias Tavares já era assistente dele e o Costa Ribeiro não se aborreceu por eu me afastar por um ano. Ele era compreensivo e sempre procurou nos ajudar (TIOMNO E FROTA PESSOA, 1988).

Armando Dias Tavares não só foi assistente de Costa Ribeiro como passou a se interessar pela pesquisa do efeito termodielétrico. Suas primeiras publicações, sobre o tema, datam de 1953, nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, sob os títulos *Further experiments on the thermodielectric effect (Costa Ribeiro effect)* e *On the possible explanation of the Costa Ribeiro effect*. Ainda no mesmo ano publicou o artigo *Further quantitative experiments on the Costa Ribeiro effect*.

No inicio de 1954, Costa Ribeiro recebeu o prêmio Einstein concedido pela ABC em reconhecimento a descoberta do efeito termodielétrico. Outros brasileiros que já haviam agraciados com o mencionado foram Adolfo Lutz, Miguel Ozorio de Almeida, Almirante Álvaro Alberto e César Lattes.

Ainda em 1954, Sérgio Mascarenhas, que também era assistente de Costa Ribeiro, "[...] como assistente do Costa Ribeiro, tinha sido nomeado e tinha sido convidado para ser professor de Física na Universidade Católica do Rio de Janeiro, no curso de Engenharia, que não tinha ainda o curso de física também lá" (*apud* SILVA FILHO, 2011), publicou os artigos *Molecular colision theory of the Costa Ribeiro effect* e *Observation of the Costa Ribeiro effect in the processo of sublimation of para-phenilene-diamine* nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, os resultados destes artigos foram apresentados em sessão da Academia Brasileira de Ciências no ano anterior. Estes foram alguns dos primeiros trabalhos de Sérgio Mascarenhas, que se tornou um dos mais importantes físicos na Fisica do Estado Sólido, atualmente, denominada Fisica da Matéria Condensada.

Na edição supracitada do ano de 1954, Costa Ribeiro publicou o artigo *Electro-fusion: a new phenomenon observed in the phase changes of dielectrics under the influence of an electric Field*, Costa Ribeiro apresenta esse possível novo fenômeno:

> Costa Ribeiro ocupa-se atualmente com o estudo experimental da influência do campo elétrico sobre as mudanças de estado físico. Tal estudo levou-o, em 1953, à observação de um novo fenômeno para o qual propôs a denominação de *eletrofusão* e que consiste no aumento da velocidade de fusão pela influência de um campo elétrico intenso.
>
> As experiências iniciais foram feitas com monocristais de naftaleno, observando-se com o microscópio a interface sólido-liquido. a velocidade de fusão aumenta bruscamente para valores do campo da ordem de vinte mil

> volts/centímetro na interface. A aplicação de campos mais intensos determina o rápido colapso do cristal.
>
> A medida de corrente elétrica permitiu mostrar que o fenômeno não pode ser explicado pelo calor desenvolvido por efeito *joule*, mas está intimamente relacionado com o valor do campo elétrico no interior do dielétrico. (COSTA RIBEIRO, 1994)

Ao vislumbrar a possibilidade do surgimento de um novo fenômeno, Gross publicou no mesmo número do periódico citado o artigo *Field-induced melting of dielectrics.* Sérgio Mascarenhas, Yvonne Mascarenhas e Rosa Rabello publicaram o artigo *A eletrofusão no acenafteno,* na parte de Resumos das Comunicações, nas últimas páginas dos *Anais da Academia Brasileira de Ciências.*

Sérgio Mascarenhas, apesar de ter publicações em que observou o fenômeno da eletrofusão passou a apresentar uma nova hipótese para o *novo fenômeno* descoberto por Costa Ribeiro. Mascarenhas conflitando a hipótese, de Costa Ribeiro e Gross, propôs que o fenômeno observado por Costa Ribeiro fosse chamado de Eletrotermocondutividade e destaca: "frisa o autor que a eletro-fusão seria uma consequência da eletrotermocondutividade e esta, por sua vez, um caso particular da condução anormal do calor devida à inomogeneidade no dielétrico provocada por causas quaisquer (campo elétrico, campo magnético, campo térmico, etc"). Tal discussão de Sérgio Mascarenhas foi publicada nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* na sessão Resumos de Comunicações, em 1955, sob os títulos *Heat conduction in dielectrics under the influence of applied electric fields* e *Equação de condução de calor para dielétricos fluidos sob a ação de campos*

eletricos, sendo resumos de comunicações, quem apresentou as comunicações de Sérgio Mascarenhas na Academia Brasileira de Ciências foi o próprio Costa Ribeiro. Na mesma edição e sessão foram publicados *Fotocorrente anormal em cristais de naftaleno de formação recente e sua variação* e *Corrente anômala anormalmente elevada em cristais de naftaleno de formação recente* de Armando dias Tavares, também apresentado em sessão por Costa Ribeiro. No quarto número dos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* do mesmo ano, também na sessão Resumos das Comunicações foi publicado *Condução térmica de dielétricos líquidos sob a ação de campos elétricos* de autoria de Sérgio Mascarenhas, Yvonne Mascarenhas, Rosa Rabello e M. Ferreira e *Novas experiências sobre condução térmica de dielétricos submetidos à ação de campos elétricos* de Sérgio Mascarenhas, todas as comunicações apresentadas por Costa Ribeiro.

Sobre a eletrofusão, Sergio Mascarenhas relatou:

> Quando eu cheguei em São Carlos, eu continuei a trabalhar no efeito Costa Ribeiro com o naftaleno, também com a traceno, uma outra substância. Comecei a pensar no efeito inverso de eletrofusão, que ele tinha chamado de eletrofusão, e eu achava que eu devia ser muito crítico daquele efeito e deveria verificar se a própria condutividade do líquido, não seria causa de haver um aumento da velocidade de fusão, porque nós fazíamos tudo com uma técnica muito interessante que era, você medir a velocidade da interface sólido-líquido, de inclusive, com microscópio, observar a interface sólido-líquido e o movimento dela, é um negócio muito bonito

> sob o ponto de vista de detalhe experimental, medidas muito finas, e aí eu fiz aquilo criticamente, o Gross tinha inclusive feito um trabalho teórico, publicado nos Anais da Academia sobre a eletrofusão, em que ele achava que realmente existia o efeito.
>
> E o Costa Ribeiro achou que teria descoberto esse outro segundo fenômeno inverso, quando eu fui para São Carlos, eu fiz uma análise crítica disso, experimental e mostrei que na realidade o que acontecia não era um efeito que o Costa Ribeiro dizia, um efeito novo, mas completamente inesperado, que era um efeito de mudança da condutividade térmica do líquido sob efeito de um campo elétrico, quando o líquido então era submetido ao campo elétrico, não por causa da condutividade térmica, como o efeito ôhmico, digamos, não era, era mudança mesmo da condutividade térmica no líquido que dando um fluxo de calor maior, levava a fusão maior do sólido.
>
> Aí eu descobri esse outro efeito que eu denominei Efeito Eletrotermocondutividade (*apud* SILVA FILHO, 2011).

Ainda em 1955, como resultados de pesquisas sobre o efeito termodielétrico, e sendo o referido efeito muito geral, significando que ele apresentava muitas particularidades ainda não resolvidas, Armando Dias Tavares apresenta a tese *Um efeito fotoelétrico em cristais de naftaleno* para concurso de livre docência à Cadeira de Física Superior e Matemática da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Distrito Federal.

Esta Universidade do Distrito Federal foi a que deu origem a atual Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ), diferente da Universidade do Distrito Federal criada por Anísio Teixeira e que juntamente com a Universidade do Rio de Janeiro deram origem, primeiramente, a Universidade do Brasil e, posteriormente, à atual Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ).

Entre 1956 e 1958 vários outros trabalhos foram publicados no *Anais da Academia Brasileira de Ciências* sobre o efeito termodielétrico ou sobre a eletrotermocondutividade: *Thermal conduction of liquid dielectrics under the influence of electrical fields (fatty acids)* - artigo, 1956 – Sérgio Mascarenhas, Yvonne Mascarenhas, M. Ferreira de Souza e Rosa F. Rabello; *The action of homogeneous electrical fields upon the heat transmission of liquid dielectrics* - artigo , 1956 – Sérgio Mascarenhas; *The experimental analysis of electrothermal conductivity* – Resumo das Comunicações, 1957 – Sérgio Mascarenhas; *The experimental analysis of electrothermalconductivity* – Artigo, 1957 – Sérgio Mascarenhas. A partir das publicações de 1957, Sérgio Mascarenhas apresenta como instituição à qual estava vinculado profissionalmente, a Escola de Engenharia da USP de São Carlos.

Em 1958, Sérgio Mascarenhas apresentou a tese *O novo método do gérmen monocristalino e a nova análise do efeito Costa Ribeiro* para concurso à Cadeira de Física Geral e Experimental da Escola de Engenharia de São Carlos da USP.

Entre 1958 e 1960 outros artigos correlacionados ao efeito termodielétrico são publicados por Armando Dias Tavarese, Edson Rodrigues e Sérgio Mascarenhas.

Em julho de 1960 Costa Ribeiro faleceu, deixando nove filhos.

> Estávamos conversando com ele. Ele estava dizendo: "Eu tenho umas vagas, quais são os alunos que você quer que eu nomeie para assistentes?" Ele ainda estava com os nomes que indiquei no bolso, quando morreu. Não morreu na festa, nós ainda o levamos para a Casa de Saúde Santa Lúcia onde ele morreu na mesma noite (TIOMNO E FROTA PESSOA, 1988).

No ano seguinte, Armando Dias Tavares apresentou a tese de Cátedra *Contribuição ao estudo do efeito Costa Ribeiro* no concurso para professor catedrático da Cadeira de Física Geral e Experimental da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, antes ocupada por Costa Ribeiro. No prefácio da tese, Armando Tavares apresenta um pequeno relato histórico:

> Em 1951, com o advento do Conselho Nacional de Pesquisas, Costa Ribeiro reuniu um grupo de alunos e professores para a realização de pesquisas sôbre o fenômeno por ele descoberto, denominado termodielétrico, que hoje tem o seu nome, efeito Costa Ribeiro. Compunham o grupo, além do autor desta tese, Edson Rodrigues, Luiz Paulo M. Maia, Pedro Cavalcante, Rosa Rabello, Sérgio Mascarenhas e Yvonne Primerano. O número de trabalhos apresentados na época à Academia Brasileira de Ciências bem mostra o fervor com que o grupo se dedicava à pesquisa. Atarefados, dando aulas, devorando livros, imaginando experiências, o

grupo ia desenvolvendo trabalho relevante. Entretanto, as dificuldades recorrentes da própria evolução da vida particular de cada um, e a inflação, não eram contrabalançadas por correspondentes acréscimos das bolsas do Conselho Nacional de Pesquisas – a situação se tornou insustentável e o grupo se dispersou. Sérgio Mascarenhas foi convidado a ocupar a cátedra de Física Geral e Experimental da Escola de Engenharia de São Carlos, onde desenvolveu trabalho extraordinário; em pouco tempo tornou a Escola conhecida no mundo inteiro pelas suas pesquisas, criou novo grupo levando ex- alunos desta Faculdade para compor equipe que realiza ótimos trabalhos em estado sólido. Acaba agora de voltar da América do Norte, após uma estada de dois anos nos laboratórios da Carnegie Institute, juntamente com sua esposa Yvonne Primerano Mascarenhas, que se especializou em análise de estrutura com raios X. Nesses dois anos realizou dois trabalhos de pesquisas, sua esposa um. Edson Rodrigues arranja bolsa de estudos para a América do Norte e para lá segue, já casado. Permanece lá três anos e volta “master of science”. Vem trabalhar na Faculdade Nacional de Filosofia onde o Núcleo de Estudos e Pesquisas que se havia criado em sua ausência pode oferece-lhe melhores condições de trabalho. Luiz Paulo Mesquita Maia se afasta, casa-se, trabalha dando aulas e mais aulas, começa a publicar livros de Física de curso secundário e... atualmente tem uma gráfica para editar apenas os seus livros que são solicitados em todo o Brasil, sendo os que

mais se vendem. Rosa Rabello segue para São Paulo onde trabalha como química, volta mais tarde para o Rio onde trabalha como professôra. Pedro Cavalcante vai trabalhar com o professor Deulino Couto e posteriormente segue para São Paulo onde permanece.

Durante um ano eu mesmo trabalhei em São Carlos, mas optei pelo Rio de Janeiro, aqui ficando. Estava convencido de que seria impossível organizar grupo de pesquisas nas condições vigentes na Faculdade Nacional de Filosofia. Mudá-la era praticamente impossível. Nos outros Estados as condições iam melhorando pela política adotada pela COSUPI – A solução seria arranjar verbas extras para criar na Faculdade Nacional de Filosofia o ambiente propício à pesquisa científica, ao desenvolvimento dos estudos. Assim foi criado o Núcleo de Estudos e Pesquisas Científicas cuja sigla é NEPEC. Pouco a pouco fomos realizando; com a volta de Edson Rodrigues, notável impulso foi dado ao grupo que em parte se recompõe, se amplia, se desenvolve – Organiza-se o curso de Energia Nuclear, e o curso de Petrografia e Mineralogia de Minerais Radioativos, subvencionados pela Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Quando Costa Ribeiro daqui se afastou, a 3 anos atrás, deixando o NEPEC em embrião, foi apreensivo. Quando voltou, ainda me lembro, cansado, ofegante, sofrendo do coração, não resistiu à curiosidade ardente de ver como estava o seu querido laboratório e na tarde do mesmo dia em que chegou foi visitá-lo.

Sérgio Mascarenhas e Yvonne Mascarenhas foram os responsáveis pela criação do Instituto de Física de São Carlos. Sérgio Mascarenhas notabilizou-se na Física da Matéria Condensada. Yvonne Mascarenhas notabilizou-se nas pesquisas em cristalografia.

A pesquisa que havia começado com Gross sobre dielétricos e continuada por Costa Ribeiro teve continuidade em São Carlos e é assim descrita assim pelo próprio Gross:

> Ele [Costa Ribeiro] conseguiu fazer escola, contando entre seus colaboradores Armando Dias Tavares, Sérgio Mascarenhas [...]. Foram os dois primeiros que continuaram trabalhos sobre o efeito Costa Ribeiro. Uma testemunha da repercussão que estes trabalhos tiveram é o próprio Intituto de Fisica de São Carlos que deveu a sua formação aos esforços abnegados de Sérgio Mascarenhas. Trabalhos no Instituto de Tecnologia, levaram à formulação da teoria dos eletretos e o desenovolvimento de aplicações práticas, dos quais o mais importante certamente é o microfone de eletretos. Quando por iniciativa de Sergio Mascarenhas me transferi também para o Instituto de São Carlos, estava fechado o circuito (GROSS, 2000).

No início da década de 1970, Gross se estabeleceu em São Carlos:

> Pela 1ª vez fui a São Carlos em 1956, para assistir à defesa de tese de Sérgio Mascarenhas. Voltei em 1960, por acasião de um simpósio sobre dielétricos. Finalmente em 1972, iniciei

> no Instituto de Física e Química de São Carlos as atividades didáticas e científicas das quais ressultou uma série de trabalhos sobre a condução elétrica em dielétricos e os efeitos que tem sobre ela a incidência de radiações ionizantes (FERREIRA, 1991)

Atualmente, há o grupo de polímeros Bernhard Gross no Instituto de Física de São Carlos.

Costa Ribeiro foi um dos membros fundadores do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF), em 1949. Com a criação do Conselho Nacional de Pesquisas (CNPq) em 1951, exerceu a função de membro do conselho deliberativo e, até março de 1955 a função de Diretor Científico, quando se afastou para integrar a Comissão de Energia Atômica, sob a presidência do também conselheiro Bernadino de Matos Neto, compondo a delegação brasileira na Conferência Internacional sobre a Utilização da Energia Atômica para Fins Pacíficos, realizado em Genebra, em agosto do mesmo ano. No ano seguinte passou a ocupar a presidência da Comissão de Energia Atômica do CNPq. Ainda em novembro passou a compor a Comissão Nacional de Energia Nuclear.

Costa Ribeiro representou o Brasil nas discussões sobre a utilização da energia atômica para fins pacíficos e que culminaram na criação da Agência Internacional de Energia Atômica (AIEA) localizada em Viena, Áustria. As participações de Costa Ribeiro nas discussões foram: em junho 1955 participou dos trabalhos do Comitê Consultivo das Nações Unidas para Aplicação da Energia Atômica, realizada em Paris; em agosto do mesmo ano participou da Conferência Internacional das Nações Unidas sobre aplicações pacíficas da energia atômica, realizada em Genebra; em fevereiro de 1956 representou o Brasil nas reuniões que

debateram as emendas dos estatutos da Agência Internacional de Energia Atômica, realizado em Washington participando também do comitê consultivo da AIEA realizado também na capital dos Estados Unidos. Entre fevereiro de 1958 e novembro de 1959 foi diretor da Divisão de Intercâmbio e Treinamento de Técnicos e Cientistas da AIEA, em Viena.

À frente do CNPq, concedeu uma das primeiras bolsas de pesquisas a Yvonne Mascarenhas e Sérgio Mascarenhas.

Figura 29: Getúlio Vargas, Costa Ribeiro e o Almirante Álvaro Alberto

Fonte: acervo Costa Ribeiro - MAST

Pesquisa de Campo em Radioatividade e a Cátedra de Fisica Nuclear da UB

Na sessão de 27 de maio de 1947, Costa Ribeiro e Willer Florêncio apresentaram comunicação conjunta intitulada *Aplicações das medidas de teor iônico do ar à pesquisa e à prospecção de minerais radio-ativos* apresentando "os resultados das medidas do teor iônico do ar e do coeficiente de dissipação que realizaram no mês de Maio do corrente ano, no túnel que precede a estação da Moeda, na linha do Centro da Estrada de Ferro Central do Brasil" (1947), estrada de ferro em que grande parte de sua extensão margeia o rio paraopeba, localizada no estado de Minas Gerais. As medidas realizadas por Costa Ribeiro e Florêncio "[...] revelaram que os valores do teor iônico e do coeficiente de dispersão em pontos situados no interior do túnel eram cerca de três vezes maiores que os valores respectivos fora do túnel. Esse resultado indica claramente a existência de um intenso agente ionizante no interior do túnel, o que só pode ser atribuído à ocorrência de substâncias rádio-ativas" (1947). Em 23 de setembro foram apresentadas duas comunicações, sendo a primeira comunicação, *Prospecção de urânio na estação da Moeda por meio de contadores Geiger-Müller* apresentada por Costa Ribeiro, que relatou "os resultados das observações a que procedeu no mesmo local em fins de Julho e começo de Agosto do corrente ano, utilizando um contador *Geiger-Muller* [...] destinado especialmente à medida da radiação gama" (1947). O circuito elétrico utilizado no referido contador "[...] foi construído no departamento de Física da Faculdade de Filosofia da Universidade de S. Paulo, constituindo uma unidade portatil, alimentada por baterias [...]"

(1947). Sobre os procedimentos realizados nas medidas, Costa Ribeiro apresentou:

> Para a realização das medidas no interior do tunel foi utilizada uma "prancha" provida de duas plataformas, uma superior, situada a cerca de 5 metros de altura acima do plano dos trilhos da via férrea e outra inferior, a cerca de 1,6 metros do referido plano. Foram feitas duas séries de observações, uma com o contador colocado na plataforma superior e outra com o contador colocado na plataforma inferior. A prancha era puxada por uma locomotiva que se movia ao longo da linha com velocidade constante, efetuando-se as medidas de 15 em 15 segundos, o que permitiu obter leituras de intensidade da radiação gama detectada em um grande número de pontos eqüidistantes ao longo da linha. Com estes valores foram construidas curvas da intensidade ao longo da via férrea correspondentes às posições do contador respectivamente nas plataformas superior e inferior da prancha.(1947)

A análise da curva permitiu determinar que a radiação não era proveniente de emanação, mas encontrava efetivamente na rocha, permitiu ainda determinar o ponto onde deveria ser pesquisada a ocorrência do material radioativo no interior do túnel. Na segunda comunicação do citado dia, *Ocorrência de opalita uranífera na estação de Belo Vale*, comunicação conjunta com Celso de Castro. Os autores apresentaram os resultados da análise de fragmentos de um mineral que encontraram em agosto e que lhes chamaram a atenção pela fluorescência apresentada

pela utilização de uma mineralight, tipo de lâmpada que emite radiação ultravioleta. Tal mineral era oriundo da estação de Belo Verde, localizada cerca de 16 quilômetros da estação da Moeda. A análise da amostra por Djalma Guimarães e Willer Florêncio, no Instituto de Tecnologia Industrial, do Estado de Minas Gerais, revelou que a amostra tratava-se de um mineral conhecido como opalita ou sílica criptocristalina, com baixo teor de urânio. Costa Ribeiro identificou duas variedades da opalita sendo uma branca e outra esverdeada. Ele realizou então medidas " [...] no Laboratório de Física Experimental do Departamento de Física, da Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, pela comparação das ionizações totais produzidas por discos de áreas iguais do material em apreço e de óxido de urânio, mostraram que as duas variedades de opalita estudadas apresentam radioatividades muito fracas comparadas com a do oxido de urânio, mas fato digno de nota, a variedade esverdeada possui uma radioatividade cerca de 27 vezes maior que a variedade branca." (1947).

Em setembro de 1948, Costa Ribeiro representou o Brasil na Reunião de Peritos Científicos da America Latina, em Montevidéu, Uruguai. Ao retornar ao Brasil Costa Ribeiro enviou carta ao físico César Lattes informando sobre os andamentos da criação uma cátedra na FNFi-UB para recebê-lo:

> Rio de Janeiro, 12 de outubro de 1948.
>
> Caro Lattes
>
> Você deve ter tido notícia, por intermédio do Leite Lopes, do trabalho que temos desenvolvido aqui no Rio, para proporcionar-lhe uma oportunidade interessante de colaborar

conosco na importante tarefa de desenvolver no Brasil novos centros de investigação científica, sem prejuízo do prosseguimento das pesquisas que V. está atualmente realizando aí e que pela sua excepcional importância, não devem de modo algum ser interrompido.

O projeto de criação de uma Cadeira de Física Nuclear na Faculdade Nacional de Filosofia que apresentamos ao Conselho Departamental da Faculdade em Agosto último foi aprovada unanimemente e com entusiasmo pelo Conselho Departamental e pela Congregação tendo sido encaminhada ao Conselho Universitário pouco antes da minha partida para Montevideu e Cordoba. Durante minha ausência do Rio houve uma crise na Reitoria da Universidade do Brasil da qual resultou a substituição do Reitor isto talvez tenha sido a causa do retardamento da apresentação do assunto ao Conselho Universitário. Desde que cheguei entretanto tenho trabalhado, juntamente com o Leite, o Chagas, e outros amigos aqui no Rio, para apresentarmos a solução do caso, pois desejaria muito poder enviar-lhe uma proposta com antes do fim deste ano para que V. pudesse se orientar quanto ao futuro.

Envio-lhe alguns recortes de jornais aqui do Rio referentes ao assunto. No recorte da "A noite" de 4/8/48 V. encontrará o texto do projeto e a justificativa que apresentamos. Sob a epígrafe: "César Lattes Extranumerário" o Diário de Notícias fez um comentário

inoportuno e que me obrigou a escrever ao redator do jornal uma carta esclarecedora, que o mesmo jornal teve a correção de publicar na íntegra, retirando praticamente o que havia dito antes.

Mando-lhe tambem os recortes de dois artigos que escrevi, para o grande público, no intuito de focalisar a importância das pesquisas que tem realizado nestes últimos três anos com tão magníficos resultados.

Espero que os homens responsáveis pelas coisas públicas no Brasil acabem se convencendo de que não nos falta o melhor material humano e intelectual para fazer progredir este grande país, o que nos falta é, sobretudo visão dos problemas a atacar com energia e coragem para resolvê-los.

Estou certo de que poderíamos criar e desenvolver no Brasil vários centros sérios de pesquisa científica (e é bom que haja mais de um...) desde que conseguíssemos um pouco de amparo material aos pesquisadores com a criação e ampliação do regimen de full-time, a criação de Fundos Nacionais de Investigação e outras medidas complementares para estimular as vocações científicas dos jovens. Quanto a estes três últimos pontos tive a oportunidade de apresentar propostas na recente reunião de peritos científicos da América Latina que se realizou por iniciativa da UNESCO em Montevideu e tive o prazer de ver estas propostas unanimemente aprovadas.

> Espero poder em breve enviar-lhe notícias mais positivas sobre o assunto. Não tenho a menor dúvida de que a nossa proposta se efetivará mas não posso evidentemente antecipar-me às decisões da Universidade e do Governo, razão pela qual peço-lhe que aguarde carta minha ou do Leite como os novos desenvolvimentos da questão.
>
> Cordiais cumprimentos à Snra Lattes e um cordial abraço do amigo e adimirador.

Leite Lopes também atuou juntamente com Costa Ribeiro para a criação da citada cátedra:

> Ao Costa Ribeiro sugeri que se criasse uma cadeira de Física Nuclear, que não existia, as cadeiras eram tradicionais, copiadas da Itália: Física Geral e Experimental. O professor era o Costa Ribeiro. Física Teórica e Física Superior era eu. Mecânica Racional e Mecânica Celeste, Física-matemática, era o Plínio Rocha, e é tudo.
>
> Propus que se criasse a cadeira de Física Nuclear para o Lattes. No Departamento de Física, Costa Ribeiro era o chefe. Propusemos isso à direção da faculdade, ele foi à reitoria. Com o prestígio do Lattes, isso chegou a ser encaminhado pelo Dutra ao Congresso, que criou a cadeira. Para criar uma cadeira tinha que ser o Congresso
>
> Nacional. Eu estava chamando o Lattes e o Lattes aceitou. O Lattes estava em Berkeley (se correspondia muito comigo) (LOPES, 1977).

1948 foi o ano que Leite Lopes prestou concurso de cátedra para a FNFi da Cadeira que já ocupava desde 1946,quando retornou de Princeton, após seu doutoramento:

> [...] Costa Ribeiro me escreveu dizendo que o San tiago Dantas me oferecia a cadeira de Física Teórica que nesse período tinha sido ocupada pelo Sobrero. Com a partida de Sobrero [...], estava vaga. Havia candidatos brasileiros que não estavam em condições. Como eu tinha sido indicado assistente, ele perguntava se eu aceitaria ser nomeado, o que era um negócio extraordinário para um rapaz moço.
>
> No Rio de Janeiro, então, eu chegava em 46 para assumir a cátedra. Seria professor catedrático interino, nomeado por decreto assinado por Getúlio. O que havia no Rio de Janeiro? Havia o Costa Ribeiro que era o professor de Física Geral e Experimental, que tinha feito pesquisas, examinado minerais radioativos brasileiros e tinha publicado nos Anais da Academia. Estava fazendo [...], experiências sobre Dielétricos. Havia Bernhard Gross, que estava no Instituto Nacional de Tecnologia. Havia um professor de Física-Matemática e Mecânica, que era o professor Plínio Rocha, uma figura muito interessante. Ele tinha estudado em Paris e tinha um grande espírito de crítico e de filósofo da ciência. Era, sobretudo, um filósofo da ciência. Não havia nada, no Rio de Janeiro, nessa época, Física Nuclear ou Física Teórica de Partículas, como não havia nada em Física

> Atômica Moderna, Física Nuclear Moderna. Os trabalhos de Costa Ribeiro com Gross eram Dielétricos. São pioneiros na Física do Estado Sólido no Brasil.
>
> O reitor da universidade, nessa época, era Pedro Calmon e a Universidade do Brasil, a Faculdade Nacional de Filosofia, não tinha nada de pesquisa, nem verba para pesquisa, nem nada. A única pessoa que tirava dinheiro, por causa do seu prestígio pessoal, era o Carlos Chagas, que fez o Instituto de Biofísica. Esse tinha dinheiro, trabalhava muito, fez um grande Instituto, mas para nós outros na Física, o Costa Ribeiro, na Matemática, o dinheiro era limitado. Isso me irritava muito, era motivo mesmo de irritação.
>
> [...] não havia dinheiro para assistente, não havia bolsas para estudantes, não havia tempo integral para os professores que ganhavam muito pouco[...] (LOPES,1977).

Leite Lopes foi para Princeton em 1942, com o auxílio da fundação Rockefeller: "Eu tinha muito contato com a Fundação Rockefeller, através do Costa Ribeiro. Tinha um representante da Rockefeller que vinha sempre e que nos procurava (LOPES, 1977).

Pioneirismo e controvérsia

Para abordar o pioneirismo e a controvérsia existente em torno da descoberta de um novo fenômeno físico, é necessário, primeiramente, conhecer os trabalhos de Workman e Reynolds.

Em setembro de 1948, os físicos estadunidenses E.J. Workman e S.E. Reynolds da New Mexico School of Mines, localizada em Albuquerque, no estado do Novo México, Estados Unidos, publicaram o curto artigo, de uma coluna e meia de uma página, *A suggested mechanism for the generation of thunderstorm electricity*. O artigo foi publicado no periódico *Physical Review*, da American Physical Society, dos Estados Unidos.

Workman e Reynolds relataram no artigo que em outubro de 1946 fizeram experiências em laboratório sobre as propriedades elétricas da água e do gelo, com o objetivo de descobrir um processo físico que pudesse explicar o desenvolvimento de tempestades elétricas, e que fosse consistente com o que se sabia, até então, sobre a formação das referidas tempestades.

Os resultados dos testes iniciais, que foram comunicados aos financiadores das pesquisas, Sign Corps of the United States of Army, em janeiro de 1947, mostravam que uma grande diferença de potencial (voltagem) era desenvolvida entre as fases líquida e sólida quando ocorria um rápido congelamento da água. As investigações foram interrompidas e os trabalhos não foram retomados até início de 1948.

Retomadas as pesquisas, Workman e Reynolds procuraram verificar se o que observaram tinha alguma relação com o fenômeno relatado por J.E. Dinger e Ross Gunn, em 1946, que obtiveram uma diferença de potencial de 6 a 10 volts, cuja interpretação estava relacionada a diferença de potencial de contato[42]. Utilizando aparato similar ao de Dinger e Gunn, eles

42 Consideremos dois corpos constituídos de materiais diferentes. Ao serem colocados em contato, as energias dos dois corpos devem igualar-se, e tal energia é conhecida como energia de Fermi(energia do nível mais alto

obtiveram efeitos elétricos maiores, mas de interpretação diferente da do potencial de contato.

Workman e Reynolds fizeram então testes com amostras de água relativamente pura[43] colocadas em um pequeno prato de cobre niquelado. O disco foi aterrado e a superfície da água, em estado líquido, foi ligada a um eletrômetro por um fio de platina. O disco fora colocado sobre mercúrio líquido à temperatura de -16°C. No momento em que uma fina camada de água em contato com o disco foi solidificada, ou seja, uma fina camada de gelo separou a água em estado líquido do disco metálico, o eletrômetro acusou uma diferença de potencial de 40 volts e ocasionalmente 90 volts. Quando as amostras de água estavam contaminadas com cloreto de sódio, ou seja, estavam misturadas com cloreto de sódio, possuindo uma resistividade de um décimo da água pura, uma tensão de 25 volts foi observada. Quando a amostra possuía uma resistividade intermediária[44], pouca ou nenhuma atividade ou diferença de potencial foi observada.

---

ocupado por um sistema quântico a temperatura zero). Para que as energias se igualem, as cargas elétricas do corpo com maior energia de Fermi se deslocarão para o corpo com menor energia. O fluxo das cargas faz surgir na região em que os dois corpos estão em contato, um campo elétrico que ocasionará uma diferença de potencial entre os dois corpos. *Grosso modo*, essa é a diferença de potencial de contato. A diferença de potencial de contato se manifesta em vários fenômenos físicos, como por exemplo na eletrização por atrito.

43 Resistividade em torno de 10^6 ohms-cm.

44 4.10^5 a 8.10^5 ohm-cm.

Ao se medir a voltagem através do eletrômetro com um resistor[45] (shunt), Workman e Reynolds determinaram que a quantidade de carga envolvida durante o congelamento foi de 30 000 e.s.u[46] por centímetro cúbico, nos casos de baixa resistividade.

Outra experiência conduzida pelos mencionados físicos foi o choque de gotas d'água de baixa resistividade sobre o gelo, dentro de uma câmara fria. As gotas que permaneciam sobre o gelo e parcialmente congeladas apresentavam-se carregadas negativamente. Já as gotas que respingavam depois de se chocarem com o gelo, apresentavam-se carregadas positivamente. Para os autores, tal experiência indicava parecer que o processo satisfazia a exigência para a eletrificação da citada tempestade.

Workman e Reynolds finalizaram o artigo comprometendo-se com um relato mais completo no futuro, em que seriam dadas informações definitivas sobre o desenrolar do efeito apresentado, da pesquisa em desenvolvimento, e possíveis relações com as tempestades.

Em maio de 1950, no mesmo periódico, Workman e Reynolds publicaram o artigo *Electrical phenomena during the freezing of dilute aqueous solutions and their possible relationship to thunderstorm electricity*. Neste trabalho, retomam, de forma sucinta, a apresentação das observações já relatadas no artigo de 1948, e apresenta novo equipamento para observação do fenômeno e as outras experiências realizadas. Estes autores indicam, primeiramente, a realização de experiências em que gotas de água resfriadas e a baixas temperaturas caiam através do ar frio

45 Resistência de 5.10^6 ohms.

46 e.s.u é a unidade de carga no sistema CGS.

chocando-se contra uma placa metálica fria e isolada. Tal experiência já era uma pequena evolução da realizada e apresentada, em 1948, em que as gotas de água se chocavam contra gelo. O que Workman e Reynolds procuraram realizar, era uma simulação do ambiente que permitia a formação de gelo ou granizo na atmosfera. A experiência permitiu detectar e medir a carga elétrica adquirida pela placa metálica e também pelas gotas não congeladas, que respingaram após o choque.

Ao relatar que observaram diferença de potencial na experiência realizada com prato de cobre niquelado em 1948, apresentaram em seguida o aparato utilizado, posteriormente, que dava uma melhor exibição do efeito observado, ou seja, um aperfeiçoamento nos aparatos das medidas, figura 30.

Apparatus for measurement of potentials.

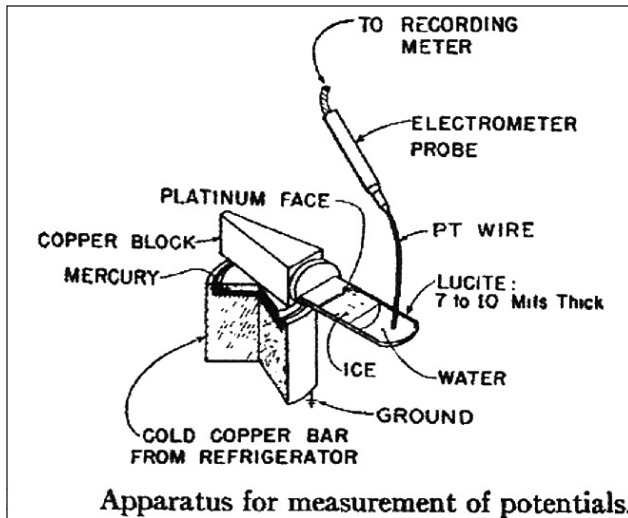



Figura 30: Aparato utilizado por Workman e Reynolds

Fonte: Physical Review

Na figura, um bloco feito de cobre é resfriado pelo mercúrio mantido entre as temperaturas de -5°C e -30°C. Ligado ao bloco esta uma placa de platina onde se colocava a água ou soluções aquosas, que eram solidificadas pelo contato existente entre o bloco de cobre frio e a placa de platina. No aparato foi possível medir tensões de até 230 volts entre as fases líquida e sólida de soluções aquosas que estavam em solidificação. Para obtenção da corrente desenvolvida no experimento, utilizava-se o método eletrométrico, ou seja, entre o conjunto da figura 30 e o eletrômetro, colocava-se um resistor de valor conhecido (1.10^6 ohm a 100.10^6ohm) e a partir da tensão indicada pelo eletrômetro, calculava-se a corrente estabelecida, que era em torno de 1microampère (1.10^{-6}ampère). Tal corrente era calculada para uma taxa, ou velocidade, de solidificação em torno de 1 centímetro cúbico por minuto.

As observações realizadas por Workman e Reynolds nas experiências mostravam que o efeito elétrico observado era resultante da solidificação da água ou soluções aquosas. Ele começa quando o congelamento começa e para quando o congelamento parar[47]. Durante a fusão não observaram o efeito[48], também não observaram o efeito em outras mudanças de estados físicos, tendo a atenção voltada então, exclusivamente, para solidificação.

Workman e Reynolds testaram o efeito em 43 soluções aquosas (misturavam à água elementos como cloreto de sódio , hidróxido de amônia, e outros, constituindo assim uma solução

---

47 "The observed electrical effect results from freezing. It starts when freezing starts, and stops when freezing stops".

48 "A reverse potential is not realized during melting because of prior neutralization through the semiconducting ice".

aquosa) e também em destilada. Os resultados gerais apresentaram na tabela 8, abaixo.

Substance	Maximum P.D.* corresponding normality (N)** or specific conductance (C)		Maximum charge separation and corresponding normality		Notes
NaF	+21 volts	$20N \times 10^{-6}$	530,000 e.s.u./cc	1.0×10^{-4}	
NaCl	+30	100*N*	92,000	1.0	
NaBr	+19	50*N*	88,000	1.0	
NaI	+2	10*N*	Negligible	All	
CsF	+34	30*N*	440,000	10.0	
CsCl	+14	400*N*	79,000	4.0	
KCl	+14	200*N*			
LiCl	+14	150*N*			
NH_4Cl	−105	70*N*	104,000	1.0	a
NH_4OH	−232	30*N*	260,000	0.2	
NH_4NO_3	−185	3*N*	83,000	0.2	
NH_4I	−109	6*C*			
NH_4Ac	−75	80*C*			
NH_4Br	−84	10*C*			
$(NH_4)_2CO_3$	−109	8*C*			b
$(NH_4)_2SO_4$	−61	4*C*			
NH_4F	+9	1000*N*	82,000	10.0	
$BaCl_2$	+10	8*C*			
CaF_2	+13	8*C*	46,000	0.7	
$CaCl_2$	+14	9*C*			
$CdCl_2$	+16	9*C*			
$HgCl_2$	Negligible	All			
$MgCl_2$	+12	9*C*			
$MnCl_2$	+15	7*C*			
$NiCl_2$	+12	7*C*			
$ZnCl_2$	+17	8*C*			
$CuCl_2$	+5	20*C*			
$AlCl_3$		8*C*	Negligible	All	
$NaNO_3$		7*C*	—	—	
Na_3PO_4		20*C*	—	—	
H_2O_2		5*C*	—	—	c
HCl		4*C*	—	—	
HF		2*C*	—	—	
CO_2		2*C*	—	—	
H_2SO_4		2*C*	—	—	
$AgNO_3$	−39	2*C*	Negligible	All	d
$Pb(Ac)_2$	−100	3*C*	14,000	0.9	
NaCN	+36	6*C*			
Na_2HPO_4	−63	2*C*	Negligible	All	e
NaOH	+11	50*N*			
$Ca(OH)_2$	+75	60*N*	12,500	0.6	
$Ba(OH)_2$	+18	3*N*			f
$CaCO_3$	+20	50*N*	9000	0.8	

Tabela 8

Fonte: Physical Review

Na primeira coluna da tabela é possível identificar a substância utilizada para produzir a solução aquosa; na segunda, são apresentados os valores das tensões obtidas, e na quarta coluna a carga calculada.

Workman e Reynolds apresentam a discussão de algumas soluções, que serviram "para ilustrar a natureza do efeito e proporcionar uma base para uma tentativa de intrepretação"[49].

O primeiro resultado discutido foi para a água duplamente destilada[50] (não constituindo uma solução) e mostravam que obtiveram diferenças de potencial de 10, 20 e 60 volts. Seguidamente apresentam que sendo a amônia um conhecido contaminante persistente da água, prepararam amostras de tal maneira a eliminá-la e observaram que tais amostras apresentavam poucos volts ao serem solidificadas. Ao prepararem soluções contendo hidróxido de amônia, a tensão observada durante a fusão foi de 230 volts. Quando o cloreto de sódio foi utilizado como contaminante, para constituir a solução, em água destilada ordinária assumida como tendo amônia residual, a tensão característica produzida pela amônia decrescia até anular-se para uma certa quantidade de cloreto de sódio presente. Zerada a tensão, acrescentando-se certa quantidade de cloreto de sódio, a tensão aumentava atingindo valores de 30volts. Para tal concentração de cloreto de sódio, na referida tensão, 90 000 e.s.u de cargas foram separadas para cada centímetro cúbico da

49 "A discussion of a few solutions will serve to illustrate the nature of the effect and to provide a basis for an attempt at interpretation" (WORKMAN E REYNOLDS, 1950).

50 Workman e Reynold apresentam a resistividade da água que é de $2{,}5.10^{6}$ ohm-cm.

solução congelada. Novo acréscimo de cloreto de sódio à solução além de certo limite, fazia com que a tensão diminuísse até zerar novamente.

Nas experiências realizadas com as 43 soluções aquosas, Workman e Reynolds chamam a atenção para o comportamento dos íons de amônia e flúor. Para eles, o comportamento de tais íons poderiam ser considerados representantes de um dispositivo especial, pois em geral era o íon com grande eletronegatividade que era incorporado à estrutura do gelo. Nesse sentido o comportamento, para eles notável, do íon de amônia era uma exceção à generalização, e isso era atribuído, pelos físicos, ao seu isomorfismo com o íon de hidrogênio. Já os íons de flúor teriam uma posição de preferência por duas razões: sua similaridade com os íons de hidroxila, na estrutura, e a alta eletronegatividade dos íons de flúor. Tais fatores causariam a seleção do ânion em lugar do cátion quando fluoreto de amônia era usado, tal ação não era observada com os oito compostos de amônia usados.

Workman e Reynolds não explicaram e nem apresentaram hipóteses sobre a natureza do fenômeno, "o fenômeno aparentemente pertence a uma classe de fenômenos que são encontrados na Física do Estado Sólido e para o qual somente interpretações especulativas existem"[51].

As separações das cargas nas experiências indicavam que o número de impurezas por centímetro cúbico no gelo das

---

51 "the phenomenon apparently belongs to a class of phenomena which are encountered in solid state physics, and for which only speculative interpretations exist" (WORKMAN E REYNOLDS, 1950) .

soluções aproximavam do número de impurezas presentes nos cristais semicondutores utilizados em retificadores[52].

Os citados físicos americanos realizaram então experiências para verificar as propriedades retificadoras. A experiência consistia em inserir duas placas de platina (com 2,5 cm^2 de área) paralelas, no gelo produzido a partir de soluções. As placas eram perpendiculares à direção de resfriamento do gelo; assim, se o resfriamento se dava de baixo para cima, as placas eram colocadas perpendiculares a tal direção. Ao aplicar uma corrente alternada (AC) nos eletrodos, cuja tensão era de 14 volts e a frequência era de 18 ciclos, o gelo retificava produzindo uma tensão entre 0,2 a 0,4 volts e uma corrente continua de 0,7 microampère. Os valores foram obtidos durante o congelamento e antes da amostra alcançar o equilíbrio térmico, ou seja, não haver mais solidificação nem resfriamento. Quando a frequência era de 60 ciclos, os valores da tensão e da corrente contínua caiam à metade dos valores anteriormente descritos. Para uma frequência de 200 ciclos, nenhuma propriedade retificadora foi observada. Se as placas fossem colocadas paralelas à direção do congelamento, nenhum efeito retificador era observado. Utilizando outro dispositivo no aparato da figura 30, obtiveram resultados semelhantes.

Workman e Reynolds retomaram o antigo aparato, constituído de um disco de cobre niquelado com diâmetro de aproximadamente 3 centímetros e uma profundidade próxima de 0,6 centímetros, onde repetiram as experiências feitas em 1948, mas com soluções aquosas e água destilada. A partir do

52 Dispositivo utilizado para transformar corrente alternada em corrente contínua.

gráfico tensão *versus* tempo obtido utilizando tal aparato para soluções aquosas e água destilada, fica marcante o caráter oscilante da tensão no decorrer do tempo, enquanto ocorre a solidificação. Enquanto ocorre a solidificação a tensão aumenta; em certos momentos começa a diminuir e volta a crescer e, finalmente, decresce até atingir o valor zero, quando cessa a solidificação. Para diferentes soluções, o comportamento era particular, podendo ter pouca ou muita oscilação durante a solidificação. Workman e Reynolds acreditavam que tais oscilações estavam relacionadas à espécie do contaminante e ao número de íons na solução na fase líquida durante o processo de solidificação.

Para Workman e Reynolds, se a variação da tensão estava relacionada com a espécie do contaminante então a hipótese era que o efeito estava relacionado com o caráter iônico. Eles apresentam o resultado de experiência que, segundo eles, deixaria "pouca dúvida quanto ao caráter iônico do efeito"[53]. Solução contendo amostras de cloreto de sódio foram parcialmente congeladas no aparato da figura 30. A experiência foi conduzida dentro de um ambiente contendo Hélio, para evitar complicações causadas pelo dióxido de carbono. A porção não congelada da solução foi derramada num recipiente, posteriormente aguardou o derretimento da parte da solução congelada. Quando as duas porções da solução encontravam-se em temperatura ambiente, mediu-se o potencial de hidrogênio (pH) de cada porção, sendo que antes do congelamento o valor apresentado para o pH foi de 6,3; a fração congelada apresentou o

53 "the following tests leave little doubt as to the ionic character of the effect" (WORKMAN E REYNOLDS, 1950).

valor 6,2 e a porção que não foi congelada apresentou valor 7,0. Tais resultados provariam “ a visão que íons de cloro foram aprisionados seletivamente no gelo enquanto os íons de sódio descarregados na fase líquida, formando o hidróxido de sódio e deste modo decrescendo a concentração iônica de hidrogênio” [54]. Workman e Reynolds apresentam cálculos indicando que essa mudança do pH representava descarga de $2{,}4.10^{14}$ íons de sódio por centímetro cúbico por porção não congelada e tal descarga de ions liberariam 102.000 e.s.u de carga. Experimentalmente obtiveram 90.000 e.s.u. de carga, valores próximos aos teóricos, para a solidificação do cloreto de sódio usado.

Diante de todas as observações laboratoriais, Workman e Reynolds propuseram um modelo que poderia explicar a formação de tempestades elétricas, considerando o mecanismo de separação de cargas.

O modelo de tempestade conhecido e que tinha consenso naquele período, *grosso modo*, é que uma tempestade era o desenvolvimento vertical do ar, ou aproximadamente vertical, que está termodinamicamente instável. A profundidade da nuvem (por exemplo de 8°C a isoterma, ou temperatura constante, a -40°C a isoterma) indicam um teor de água bastante elevado. A nuvem de tempestade nesse estágio exibe um centro de carga positivo e difuso na região superior e um centro de carga negativo mais integrado, próximo à isoterma de 0°C. A descarga se dá entre esse dois centros de cargas, através de relâmpagos dentro

54 These results substantiate the view that the chlorine ions were trapped selectively in the ice while sodium discharged in the liquid phase, forming sodium hydroxide and thus decreasing the hydrogen ion concentration.” (WORKMAN E REYNOLDS, 1950).

da nuvem ou através de relâmpagos saídos do centro mais baixo, negativo, próximo à terra e em direção à terra. Os efeitos são evidenciados quando as nuvens estão altas o bastante para iniciar precipitação por congelamento e as partículas precipitadas resultantes tenham se tornado grandes e numerosas, podendo inclusive ser detectados por radar. O local onde ocorre o processo da separação das cargas ocorre entre 0°C e -10°C da isoterma. O modelo elementar de tempestades apresenta ainda a hipótese de haver uma relação entre a descarga de relâmpagos e as partículas precipitadas, medíveis, sugerindo a dependência da separação de cargas no congelamento.

Utilizando o modelo existente para a formação de tempestades, Workman e Reynolds propõem uma hipótese para a interação ocorrida entre gelo e água para a separação de cargas nas tempestades. Tal modelo supõe que um cristal de gelo formado a partir da sublimação próximo ao topo da nuvem começa a cair. O cristal encontrará gotículas de água a uma temperatura suficiente baixa para formar o que eles chamam de bolinhas de gelo (*pellet* ou *graupel*). O crescimento por esse processo,ou por sublimação,continuará, até atingir o nível em que ocorram temperaturas de -10°C ou -15°C onde um envidramento do gelo se formará sobre as bolinhas de gelo. Assim crescerá por esse processo e sua taxa de crescimento dependerá das gotículas de água em suspensão ou ascendente. Na região em que a temperatura seja de -10°C se houver condições favoráveis, as gotas de água devem se chocar com as bolinhas envidradas e uma fina camada da porção de água deve congelar. A porção remanescente de água, respingada após o choque, será portadora de carga positiva, que será transportada para a nuvem acima. Este processo porém não continuará por um longo período já que as bolinhas

alcançarão um potencial elétrico, em que a gota carregada positivamente não se separará das bolinhas. Uma característica importante nessa série de ventos é a ação das gotas carregadas negativamente, surgida a partir do contato com o granizo. A carga negativa adquirida faz com que o potencial das novas bolinhas seja aumentado. Dependendo dos contaminantes, do potencial alcançado e do tamanho das partículas envolvidas, este ciclo de eventos pode aumentar o potencial das bolinhas de granizo e, consequentemente, as cargas por unidade de volume da precipitação formada, produzindo a tempestade atmosférica.

Para sustentar a hipótese, Workman e Reynolds apresentam que testes realizados no laboratório com granizo, simulando as condições descritas em uma câmara fria, mostravam que as diferenças de potenciais obtidas eram consistentes com os obtidos pelo congelamento de água e soluções aquosas no pequeno prato cobre niquelado, e tal diferença de potencial poderia ser obtida entre o choque das gotas de água com as bolinhas de gelo, na tempestade.

Workman e Reynolds analisaram bolinhas de gelo de 1 mm a 2 mm coletadas dentro das tempestades ativas, em Albuquerque, Novo México. A análise da água, resultante do derretimento das bolinhas de gelo, mostrou que os principais contaminantes encontrados foram calcita e cloreto de sódio. Utilizando ainda amostras da água, produziram sua solidificação tal como apresentado nas pesquisas anteriores e verificaram que os efeitos elétricos produzidos poderiam confirmar a hipótese da separação de cargas, desde que o processo envolvesse repetidas colisões.

O artigo termina com o item que Workman e Reynolds chamam de especulação. Dentre as especulações que apresentam, uma se refere à separação de cargas na solidificação da solução; seria concebível que tal efeito poderia produzir corrente elétrica de significância geofísica nas regiões árticas. Outra especulação apresenta uma situação que poderia induzir eletrólises que poderiam ter influência na distribuição de substâncias terrestres. Para finalizar, os autores retomam o mecanismo descrito para a produção de tempestade elétrica, sugerindo ser possível controlar a descarga de relâmpagos produzidas em tais tempestades. Sendo pequena a concentração da solução para produzir os efeitos, a adição de certo elementos químicos no ambiente atmosférico, onde esteja ocorrendo a tempestade, poderia inibir ou aumentar os efeitos elétricos. A possibilidade de interferir na tempestade elétrica foi apresentada, já que os autores realizaram testes em laboratório sugerindo que 100 libras de amônia seria suficiente para parar a descarga elétrica de uma grande tempestade. Para testar a possibilidade, apresentaram que dois testes de campo foram realizados, contaminando nuvens. Relatam que os dados coletados não haviam sido analisados, mas os resultados observados os encorajavam a mais experimentações, ressaltando que a própria natureza do experimento de campo, exigia um número maior de testes para se ter resultados conclusivos.

Apresentado os trabalhos de Workman e Reynolds, abordaremos o pioneirismo e a controvérsia, questionados no Brasil.

A controvérsia sobre a prioridade do fenômeno, em que durante uma mudança de estado físico se estabalece uma tensão ou uma corrente elétrica em consequência da tensão devido a separação de cargas, surgiu com a publicação *Digest of the Literature on Dielectrics*, publicada em setembro de 1951, uma

publicação conjunta do *National Research Council* e da *National Academy of Science*.

O prefácio da publicação apresenta que o volume cobria artigos que apareceram no ano de 1950.

Na introdução, Hans Thurnaeur[55], um dos responsáveis pela publicação, apresenta que "talvez, o mais importante novo fenômeno para o qual foi chamada a atenção do público cientifico em 1950, é o "Workman-Reynolds-Ribeiro effect"

John D. Hoffman[56], responsável pelo capitulo 1, *General and Theoretical Research* :

> Ribeiro descreve de novo em um artigo de revisão um efeito que ele chama de efeito termo-dielétrico. Quando um condensador contém ambas as fases líquida e sólida de um composto puro com a interface sólido-líquido paralelas às placas uma pequena corrente elétrica é achada ser produzida com o material que esquenta ou esfria. Observações tem sido feitas sobre várias ceras, enxofre, e naftaleno, e soluções iônicas. A origem da produção de corrente na dupla camada na interface pode ser devido a (a) de velocidades diferentes de transportadores positivos e negativos através das diferentes fases (b) absorção diferencial de íons sobre a interface (c) orientação superficial de dipolos (d) possível diferença na densidade da passagem

55 Da American Lava Corporation, chattanooga 5, Tennessee.

56 General Electric Research Laboratory, Schenectady, New York.

> livre dos elétrons nas fases líquidas e sólidas. O efeito ocorre também para mudança de fase sólido – sólido. Possíveis efeitos meteorológicos são mencionados. A descoberta de um efeito elétrico acompanhando o congelamento de soluções iônicas diluídas é discutida por Workman e Reynolds. Diferenças de potenciais de 230 volts foram encontradas através da interface água-gelo. Interessante especulação sobre a causa do relâmpago é incluída. Parece que os efeitos termo-dielétrico e Workman-Reynolds são idênticos e que Ribeiro pode ter descoberto primeiro (1951)[57].

O resumo apresentado por Hoffman baseou-se na publicação de Costa Ribeiro nos *Anais da Academia Brasileira de Ciências* de 1950 e de Workman e Reynolds na *Physical Review*, também de 1950.

Em sessão da Academia Brasileira de Ciências, Carlos Chagas Filho provoca a polêmica sobre a prioridade da descoberta:

> No expediente usou da palavra o acadêmico Carlos Chagas apresentando uma moção no sentido de ser reivindicada para o Brasil a descoberta do fenômeno termo-dielétrico. A moção em apreço estava redigida nos seguintes termos: "Em recente volume publicado este ano nos Estados Unidos sob o título" Digest of the literature on dielectrics" (vol. XIV-1950), editado conjuntamente pelo

57 Tradução livre.

"National Research Council" e pela National Academy of Sciences" daquele país, volume esse no qual é feita uma apreciação sobre cada um dos principais trabalhos de pesquisa no campo dos dielétricos publicados em todo o mundo durante o ano de 1950, o redator geral, Hans Thurnauer declara (à pg.1): "talvez, o mais importante novo fenômeno para o qual foi chamada a atenção do público científico em 1950, é o "Workman-Reynolds-Ribeiro effect".

No capítulo I (pg12) " General and theoretical research in dielectrics" o respectivo redator, John D. Hoffman, do "General Electric Research Laboratory" , de Schenectady , fez um resumo do trabalho publicado nos Anais da Academia Brasileira de Ciências (tomo XXII, nº3, de setembro de 1950) pelo acadêmico J. Costa Ribeiro, sobre o fenômeno termo-dielétrico e, igualmente apresenta um sumário do trabalho publicado na Physical Review (vol 78,nº3,de maio de 1950) pelos físicos norte-americanos E.J.Workman e S.E.Reynolds. Hoffman conclui que o efeito termo-dielétrico descrito por Costa Ribeiro e o efeito observado por Workman e Reynolds parecem ser o mesmo fenômeno, denominando-o de "Workman-Reynolds-Ribeiro effect" e acrescenta que Costa Ribeiro pode bem tê-lo descoberto em primeiro lugar, (" it seems that the "thermo-dielectric" and the Workman-Reynolds effects are identical, and that Ribeiro may well have discovered it first").

Ora, a maneira dubidativa que Hoffman se refere à prioridade brasileira da descoberta do fenômeno exige os seguintes esclarecimentos: a primeira comunicação sobre o fenômeno termo-dielétrico foi feita em nota prévia apresentada à Academia Brasileira de Ciências pelo acadêmico J. Costa Ribeiro na sessão de 14 de novembro de 1944 (ata publicada a 21 de novembro de 1944). Um resumo substancial do trabalho foi logo depois publicado nos Anais da Academia Brasileira de Ciências (vol. 17,nº2 + resumos, pgs II,III,IV,V,VI e VII a 30 de junho de 1945). A 14 de abril de 1945 foi o mesmo trabalho publicado "in extenso" pela livraria Agir, Editora, sob a forma de uma tese apresentada pelo autor à congregação da Faculdade Nacional de Filosofia, no concurso para provimento da cátedra de Física Geral e Experimental, da mesma Faculdade.

Em setembro de 1945, foi o assunto comunicado pelo autor na 6ª reunião da Associação Física Argentina, realizada em Buenos Aires, tendo sido publicado um resumo da comunicação e das discussões havidas na "Revista de La Union Matematica Argentina" (vol. XII, nº 1, pg. 29, 1946), tendo sido publicada uma nota a respeito na revista "Ciencia e investigacion", de setembro de 1945 (pg. 420).

Nos anais da Academia Brasileira de Ciências (tomo XVIII, nº2, 30 de junho de 1946) foram publicados quatro trabalhos sobre o fenômeno termo-dielétrico : dois de autoria de L. Cintra do Prado, intitulados: "the statistical

character of the thermo-dielectric effect" (pg.145 a 148) e "na exponential form for the hereditary function in the thermo-dielectric phenomenon" (pg.149 a 160), um de autoria de P. Saraiva de Toledo, intitulado "on the law of charges in the thermo-dielectric effect" e um de autoria de B. Gross intitulado "uma nota sobre o efeito termo-dielétrico" (pg.127,128).

Os professores L.Cintra do Prado e P. Saraiva de Toledo publicaram ainda nos anais da Academia Brasileira de Ciências (tomo XIX, nº 1, março de 1947) um trabalho em colaboração intitulado " numerical verifications of the exponential form for the hereditary function thermo-dielectric phenomena".

Em 1948 o prof. Costa Ribeiro, a convite da Universidade de Paris, realizou na Sorbonne uma série de três conferências sobre o fenômeno termo-dielétrico, das quais foi feito um magnífico resumo publicado por G. Wlerick, na "Revue Scientifique" (vol. 86,5 nº 3292/3293, 1 e 15 de março de 1948, pg. 299).

O volume do curso do prof. Yves Rocard da "l'École Normale Supérieure" de Paris, recentemente publicado (1951) consagra um capítulo ao fenômeno termo-dielétrico (pg69).

O trabalho de Workman e Reynolds publicado na Physical Review em maio de 1950, refere que as experiências por eles realizadas tiveram início em fins de 1946.

É bem provável que os referidos autores que trabalharam com água e soluções aquosas desconhecessem as experiências descritas por Costa Ribeiro e que esses permitiram demonstrar e estudar quantitativamente as cargas elétricas produzidas nas mudanças de estado físico dos dielétricos tais como o naftaleno, a parafina e a cera da carnaúba, etc, assinalando o caráter hereditário das correntes elétricas obtidas e estabelecendo as leis que regem o fenômeno e as equações que o descrevem, mas não é menos certo que a descoberta do fenômeno foi feita por Costa Ribeiro e publicada nos Anais da Academia pelo menos dois anos antes do início das experiências de Workman e Reynolds".

O acadêmico Carlos Chagas prosseguiu dizendo que iria escrever uma carta aos autores da citada publicação do "National Research Council" e da "National Academy of Science" dos Estados Unidos, mas que achava que a Academia Brasileira de Ciências deveria tomar qualquer iniciativa no mesmo sentido (fonte: Acervo Costa Ribeiro - MAST).

Costa Ribeiro presente na sessão, manifestou-se:

Com a palavra o acadêmico J. Costa Ribeiro declarou que agradecia muito, especialmente ao professor Carlos Chagas os esclarecimentos prestados sobre o assunto e a carta que tencionava escrever aos referidos autores norte-americanos, pois julgava que a prioridade da descoberta do fenômeno

> termo-dielétrico pertencia realmente aos pesquisadores brasileiros, que desde 1944 se ocupavam do assunto. Julgava entretanto por uma questão de princípios que a Academia Brasileira de Ciências como tal não deveria nunca se manifestar sobre o mérito ou a prioridade dos trabalhos científicos de seus membros ou publicados em seus Anais, e que considerava suficiente que constasse da ata, a moção esclarecedora do prof. Chagas.

Na edição de junho de 1954[58] da *Physical Review*, Gross apresentou o artigo *Theory of thermodielectric effect*, em que propõe um modelo que poderia explicar a diferença de potencial surgida durante a mudança de estado físico em dielétricos; na introdução, justifica porque utiliza o termo Efeito Termodieletrico:

> Costa Ribeiro, um físico brasileiro, enquanto estudava eletreto ou o comportamento de eletreto e efeitos relacionados descobriu em 1944 que a solidificação e fusão de muitos dielétricos estão acompanhados pela separação de carga. Ele encontrou que o fenômeno é observado se a mudança de fase procede na forma ordenada, isto é, se um contorno de fase definido, ou interface, existe entre a fase sólida e líquida. Deslocamento da interface em uma direção corresponde à solidificação e deslocamento na direção oposta na fusão. Um sistema em que tal processo ocorre tem propriedades semelhantes a aquela de uma célula primária com resistência interna

58 O artigo revisado foi entregue aos editores da revista em outubro de 1953.

muito alta. Medidas da corrente foram feitas em um curto circuito e a separação de carga total. As primeiras observações concernidas com dielétricos como cera de carnaúba, naftaleno (onde o efeito é particularmente forte) e parafina, contudo a ocorrência em gelo foi também mencionada. Costa Ribeiro também que o efeito era geral: produção de correntes e separação de cargas em dielétricos durante a mudança de fase. Mais tarde, Workman e Reynolds e Alfrey e Gill acharam que a separação ordenada de muitas soluções aquosas origina o aparecimento de consideráveis potenciais de circuito aberto (da ordem de centenas de volts), que tornam-se medíveis quando o congelamento é observado dentro de um condensador em circuito aberto. Esse autores também conseguiram interessantes valores altos para a separação de carga total em soluções aquosas e isso foi pensado ser significativo para a interpretação da eletricidade atmosférica. Por essa razão o efeito além de interesse teórico se tornará de importância prática. Recentemente Krause e Renninger acharam que cristais individuais de *pentaerythren* torna-se eletricamente carregado durante a cristalização a partir de uma solução supersaturada. Numerosos outros artigos têm sido publicados desde 1944 sobre assuntos similares parcialmente em continuação àqueles previamente mencionados, parcialmente independentemente. É também válido mencionar que tão cedo quanto 1940 algumas observações ao longo da mesma linha foram relatadas em artigos

> de meteorologia. É também certo que Costa Ribeiro e Workman e Reynolds referem-se ao mesmo efeito, como na opinião do próprio autor, a evidência contida nos artigos previamente mencionados. É portanto justificado chamar todo o complexo de fenômenos com o qual estamos aqui tratando de efeito termodielétrico, como foi chamado pelo seu descobridor[59].

A respeito do livro de Yves Rocard, mencionado por Carlos Chagas Filho, não foi possível obter aquele publicado no ano de 1951, mas foi possível obter uma cópia da edição publicada em 1956, e assim trata Rocard do assunto no livro *électricité*:

> Os eletretos
>
> Certos dielétricos, tais como a cera de Carnaúba do Brasil, tem a propriedade de conservar os momentos elétricos de polarização os quais são dados pela aplicação de um campo elétrico muito elevado em certas circunstâncias, por exemplo, no momento da sua solidificação após a fusão. Estes eletretos são, pois o análogo elétrico dos imãs permanentes, dos magnetos permanentes e são a base dos efeitos de histereses dielétrico.

59 Tradução livre.

O Efeito Termodielétrico

> Ao estudar- se as propriedades da cera de Carnaúba, J. Costa de Ribeiro, no Rio de Janeiro, foi levado a descoberta em 1942 de um efeito absolutamente geral: *uma corrente está associada a mudança do estado físico de um dielétrico.*
>
> Seja, por exemplo [...] um dielétrico num recipiente e, aumentando-se a velocidade de fusão, no aumento da corrente, solidificando-se o fundo do recipiente, o sentido da corrente muda. A ordem de grandeza das descargas desenvolvidas é de 10^{-12} ampères por um grama de matéria mudando-se o estado para o segundo estado, mas os corpos com moléculas não polares mostram o efeito mais intenso: para o naftaleno $3,9.10^{-9}$ coulombs por grama, para a cera de Carnaúba $0,3.10^{-9}$ (o sinal mais para uma corrente que vai do líquido ao sólido ante a solidificação). Este efeito que libera uma carga para 10^{11} a 10^{12} moléculas mudando-se de estado não é objeto de uma explicação definitiva ainda. Sobre uma consideração ainda que os corpos cujas moléculas possuem uma dupla ligação dá um efeito muito intenso[60].

Nos anos da década de 1950, e em especial na sua segunda metade, Costa Ribeiro estava muito envolvido com os nascentes órgãos da administração cientifica brasileira, desempenhou um

60 Tradução livre.

papel importante no CNPq e CNEN. Também estava envolvido com os rumos que levaram à criação da AIEA e sua consolidação, chegando, inclusive, a morar em Viena.

Em que pese a precariedade das condições de pesquisa no país na universidade localizada no antigo Distrito Federal, Costa Ribeiro conseguiu realizar um trabalho que gerou resultados significativos conforme foi apresentado neste trabalho.

Pesquisas do ECR na Universidade da Bahia

Ribeiro Filho e Matos Neto (2010) apresentam a criação do Curso de Física na Bahia. A ideia da criação do primeiro curso de Física na Bahia surgiu na década de 1940, na antiga Faculdade de Filosofia da Bahia (FFB). O primeiro vestibular foi realizado em 1952, sendo o primeiro aluno e graduado nos cursos de bacharelado e licenciatura em Física o engenheiro agrônomo Álvaro da Silva Ramos. Mais tarde, o citado físico foi nomeado professor da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras (FFCL) que, em 1946, foi incorporada à Universidade da Bahia (UBA) junto com as outras faculdades existentes. Em 2 de julho de 1946, o reitor Edgar Rêgo Santos criou a Universidade da Bahia, e a tornou um dos mais modernos centros universitários do país, onde reuniu uma equipe importante de colaboradores, criando novas unidades de ensino, pesquisa e extensão. Segundo Ribeiro Filho (1995)

> Enfim, a UBA tornou-se o centro aglutinador do movimento cultural baiano, nos anos 1960, período às vezes denominado de "Renascença baiana", que influenciou movimentos literários e o desenvolvimento de um pólo cinematográfico na Bahia.

Até o final da década de 1950, não havia pesquisa e extensão em Física na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras. Jovens professores desta Faculdade preocupados em desenvolver pesquisas nas áreas de Ciências Exatas e da Natureza resolveram promover seminários em que havia discussões sobre temas modernos de Física e Matemática onde mais tarde, surgiria a ideia de criação do Instituto de Matemática e Física. Em julho de 1955, durante o 1° Congresso Nacional de Ensino de Matemática idealizado e organizado pela professora Martha Maria de Souza Dantas, a jovem professora Arlete Cerqueira Lima foi convidada pelo matemático e professor catedrático da Universidade de São Paulo, Omar Catunda, para um estágio na USP. Na volta, a jovem professora - no intuito de melhorar a qualidade do ensino de Matemática na FFCL - solicitou e conseguiu uma audiência com o reitor Edgard Santos em que expôs suas experiências e propostas como a criação de um Centro de Estudos Matemáticos da Faculdade de Filosofia. Segundo Ribeiro Filho e Matos Neto (2010):

> Foi com visível desagrado que o poderoso reitor escutou, de início, as críticas e a proposta advindas da jovem e desenvolta docente e, impaciente, solicitou, solenemente, a retirada da jovem de seu gabinete. Apesar de sua notória insatisfação com o que escutou naquela audiência, o reitor Edgard Santos, com aquele espírito de inovação que sempre o caracterizou, não deixaria de reconsiderar a sua posição inicial e, ainda, naquele mesmo ano, relembrando e admirando a audácia da Profa. Arlete, entraria em contato com a Profa. Martha Maria de Souza Dantas, a fim de relatar o embate havido e, também,

> consultá-la, sobre a proposta deixada em seu gabinete. A resposta de Martha foi de total concordância para com o proposto pela jovem colega e ex-aluna, fazendo com que o reitor também aceitasse e autorizasse uma série de medidas que iniciaria um novo tempo no ensino de ciências da Universidade.

A professora Arlete em colaboração com o físico Ramiro de Porto Alegre Muniz, primeiro diretor e organizador da Escola de Geologia da UBA, fundaram o Instituto de Matemática e Física (IMF), que teve como primeiro diretor o Professor Doutor Rubens Gouveia Lintz e coube ao professor Ramiro o cargo de chefe do Departamento de Física. Para falar da criação do IMF e da passagem do professor Ramiro, recorremos ao depoimento do professor Benedito Leopoldo Pepe, físico e professor do Instituto de Física da Universidade Federal da Bahia.

> À frente da nova instituição estão agora Ramiro de Porto Alegre Muniz e Arlete Cerqueira Lima. Essa passagem, melhor dizendo, esse desdobramento da Faculdade de Filosofia nos diversos institutos foi feita não sem conflitos. Muita resistência, às vezes veladas, às vezes explícitas. A física para engenheiros deve ser dada por engenheiros, diziam os professores da Escola Politécnica. Não. Física até quem sabe Educação Física deve ser dada por físicos, diziam os físicos. Como dizem até hoje. Em mil novecentos e cinquenta e oito, por falta de quadros, Ramiro foi deslocado parcialmente para criar e dirigir a nova, novíssima Escola de Geologia. Uma Escola estruturada diferentemente

> das outras. Inspirado em outros modelos. Professores em tempo integral, alunos bolsistas, direção com o mínimo de burocracia, professores estrangeiros dando aula até mesmo em língua estrangeira, atividade de campo. Um problemão! Para você vê, não é? E muito enciumada também. O leitor atento, e com conhecimento dessas coisas aqui na nossa terrinha, pode fazer uma ideia do tipo e do grau das resistências. Nos dois primeiros anos, a par das dificuldades de instalações as coisas iam muito bem. Alunos satisfeitos, a carreira de geólogo em plena expansão. Tudo isso assustava. O próprio Ramiro assustava com sua competência a sua energia de maratonista. As realizações, ou melhor, as reivindicações começaram a aparecer. Você sabe. Quanto mais se tem mais se quer. Às vezes não com justiça. Além do que existe uma coisa chamada ideologia. E, ideologia é ideologia e pronto (*apud* SILVA FILHO, 2011).

Após 16 anos, Edgard Santos não foi reconduzido à reitoria em vista de movimentos internos que levaram Jânio Quadros a optar por Albérico Fraga - último da lista tríplice para a escolha do reitor da Universidade da Bahia (UBA) como afirma Pepe:

> Paralelamente, no âmbito de uma universidade a disputa pela formação da lista tríplice para a escolha do reitor, já não foi como outrora, isto é, unanimidade absoluta ao nome de Edgard Santos. Mesmo assim, Santos encabeçou a lista. No passado, essa era a condição suficiente para a determinação da escolha. Seria pela sétima vez.

> No passado, sim no passado, não, porém na cabeça do Sr. Jânio Quadros. A nova escolha recaiu no último da lista, tudo indica, não sei, talvez outras vozes possam melhor dizer, estaria a escolha em consonância com o pensamento de determinadas escolas tradicionais. Bem como em consonância com certos partidos políticos que prevaleciam na época. Esse acontecimento tornou delicada, mais do que isso, insustentável a permanência de Ramiro aqui na Bahia. Pena! Nessa época, nessa mesma época a Universidade de Brasília se apresentava como o Eldorado dos novos tempos e das novas ideias. E levou muitos professores, não só o Ramiro, mas muitos professores, Nelson Rossi, o Jair Gramacho e muitos outros daqui da Bahia para Brasília (*apud* SILVA FILHO, 2011).

Depois da transferência do professor Ramiro para a Universidade de Brasília, quem o substituiu foi o físico Waldez Alves da Cunha que veio para a Bahia a convite do reitor Edgard Santos junto com outro físico, Luiz Felippe Perret Serpa. Após o fim do reitorado de Edgar Santos, o IMF passa por várias dificuldades chegando a surgir manifestações a favor do fechamento do Departamento de Física, como afirma em depoimento o professor Pepe:

> Em sessenta e três houve um fato que até hoje me envergonha. Eu integrei uma comissão composta pelos professores do Departamento de Física. O Ramiro já não estava mais aqui e fomos ao reitor pedir para desativar o curso de Física do Instituto de Matemática e Física.

> Desativar o Departamento de Física. Uma loucura! Mérito seja dado ao então reitor Professor Albérico Fraga. Ele nos atendeu e sabiamente nos disse: Não, voltem, esse pedido é um absurdo, os cursos vão melhorar. Na verdade não melhoraram, porém o departamento não foi desativado (*apud* SILVA FILHO, 2011).

Apesar das dificuldades, da saída de alguns importantes nomes, o IMF conseguiu manter uma produção acadêmica. Em 1965, o físico baiano José Walter Bautista Vidal foi indicado como chefe do Departamento de Física do IMF. Bautista Vidal havia se pós-graduado no Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e na Universidade de Stanford (EUA). Durante a sua gestão conseguiu convencer físicos de outros centros de pesquisa a virem trabalhar na Bahia, como os professores Jean-Marie Flexor, Humberto Siqueiros Rodrigues Tanure, Antônio Expedito Gomes de Azevedo e Carlos José R. Borba. Conseguiu ainda firmar um convênio com a Petrobrás e o IMF criando um curso de pós-graduação *lato sensu* em geofísica, que deu origem ao atual Centro de Pesquisa em Geofísica e Geologia da Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Com a implantação da Reforma Universitária de 1968, o IMF foi transformado em dois novos Institutos: o Instituto de Física e o Instituto de Matemática ambos da Universidade Federal da Bahia. O Instituto de Física teve como primeiro coordenador o professor Antônio Expedito Gomes de Azevedo. Com a criação do novo Instituto cresce e se consolida a pesquisa em Geofísica, vários docentes são motivados a cursar mestrado e doutorado em instituições no país e no exterior. Com a volta destes docentes e a chegada de jovens físicos baianos pós-graduados em

outras instituições, foi criado o Grupo de Pesquisa em Física do Estado Sólido nas seguintes áreas: Propriedades Eletrônicas em Cristais, Cristalografia Física e Propriedades Ópticas.

A iniciativa dos físicos na Universidade da Bahia em fazer pesquisa em Física Teórica e Experimental vem do início da década de 1960, quando um pequeno grupo liderado pelo professor Luiz Felippe Serpa se reuniu para pesquisar o Efeito Costa Ribeiro. Também faziam parte do grupo os professores Álvaro Ramos, Bela Serpa e Benedito Leopoldo Pepe. O professor Pepe relembra em depoimento, o interesse do grupo em estudar o Efeito Costa Ribeiro.

> [...] a motivação para o estudo do Efeito Costa Ribeiro, devo dizer o seguinte: Toda a motivação tem uma componente subjetiva e um lado objetivo. A motivação se deveu em primeiro lugar ao entusiasmo do grupo devido ao fato do fenômeno ter sido descoberto por um brasileiro. O Brasil dos anos sessenta era ainda atrasado em pesquisa científica. Essa descoberta era de grande importância para nós. A Bahia mais atrasada ainda. Estou falando do começo dos anos sessenta. Importávamos palitos de Portugal. Na Bahia havia pesquisas em doenças tropicais de qualidade internacional. Eu acho que sim, acho que isso é verdade. E só. Em segundo lugar, a motivação se devia ao fato de que o estudo do Efeito Costa Ribeiro não implicava, aparentemente, em grandes e custosos equipamentos. É claro que aparelhos de medidas de precisão seriam necessários e isso demandava recurso (*apud* SILVA FILHO, 2011).

O grupo buscou apoio em outros grandes grupos de pesquisa, chegando a participar de um encontro no Rio de Janeiro, como afirma Pepe:

> O encontro foi em mil novecentos e sessenta e dois, junho de mil novecentos e sessenta e dois. [...] Ao encontro compareceram representantes dos importantes grupos de pesquisa no Brasil na época. Isso quer dizer, São Paulo, Rio e Rio Grande do Sul. Minas, Bahia e parte do Nordeste estavam no mesmo patamar e fora dessa confraria privilegiada. A inclusão do nosso grupo deveu-se ao fato de Luiz Felippe Serpa ter sido aluno de Dias Tavares na Universidade do Brasil me parece que chamava Universidade do Brasil. Ter sido aluno do Dias Tavares na Universidade do Brasil abriu caminho para o grupo. E ter tido um contato eventual com Sérgio Mascarenhas meses antes do encontro. No geral, ao encontro compareceram as seguintes pessoas: Mário Schenberg representavam São Paulo, USP, Sérgio Mascarenhas falava pelo grupo da Escola Politécnica de São Carlos e Gerhard Jacob representava o Instituto de Física do Rio Grande do Sul. Ficou acordado a nossa contrapartida com São Carlos e com Dias Tavares. Justamente os grupos envolvidos com o Efeito Costa Ribeiro mais particularmente. As discussões, às vezes, até com certa agressividade versava sobre o estágio da física no Brasil, sobre os grupos de pesquisas e sobre as fontes de financiamento. Saímos esperançosos. Com o tempo esses contatos se diluíram. O encontro durou qualquer

> coisa como duas horas aproximadamente. As conclusões não me pareceram muito claras. No dia seguinte visitamos o laboratório de Dias Tavares. Dessa visita, em que tratamos especificamente das questões mais detalhadas referente ao Efeito teve origem a série de publicações do nosso grupo. Foram publicações preliminares, cada uma assinada por cada membro do grupo. As coisas eram tão precárias aqui na Bahia que, devo dizer, a viagem foi custeada por nós individualmente e a hospedagem no Rio ficou por conta da família de Luiz Felippe. Luiz Felippe era carioca (*apud* SILVA FILHO, 2011).

Dentre as citadas publicações, obtivemos o artigo produzido por Felippe Serpa e Pepe, intitulado *Some comments on the influnece of impurities in Costa Ribeiro effect* publicado pelo IMF da UBA.

O professor Pepe conta como funcionava o pequeno grupo de pesquisa em Efeito Costa Ribeiro.

> O nosso grupo, embora pequeno, em número era bem equilibrado quanto à distribuição das tarefas. Álvaro Ramos, que além de físico era engenheiro, se ocuparia do desenho da aparelhagem experimental e da construção dos equipamentos auxiliares. Na fusão por zona o pequeno forno deveria se deslocar com velocidade constante, variável em cada ensaio, isso para nós, com as facilidades que dispúnhamos era muito difícil. Os computadores ainda não existiam. Nem os motores de passo. Bela Serpa em colaboração com São

> Carlos - Yvonne Mascarenhas se ocuparia das amostras, isto é, pureza, monocristalinidade e parâmetros afins. Ao Luiz Felippe, cabia a parte teórica, isto é, as hipóteses, as resoluções das equações e etc. A mim a elaboração e desenvolvimento dos experimentos. Os seminários aconteciam duas vezes por semana. Nesses seminários discutíamos aspectos teóricos e experimentais além de leituras de textos, artigos e comunicações. A Luiz Felippe cabia também a tarefa de entendimentos e contatos para obtenção de financiamentos e outros recursos. Por falta de laboratório adequado, na época, laboratório especifico no Instituto de Física, a parte experimental passou a ser implementada em um laboratório da Escola Politécnica, por gentileza dos professores Carlos Espinheira de Sá e Hamilton Nolasco. Para a construção de pequenas peças mecânicas, contávamos, com uma oficina nas instalações provisórias do Instituto de Física (*apud* SILVA FILHO, 2011).

As crises do IMF - no início da década de 1960 - atingiram o grupo e acabou desarticulando-o. Como afirma o professor Pepe:

> Veja você tudo isso aconteceu entre sessenta e um e sessenta e três exatamente no período em que o nosso grupo se esforçava para se afirmar nas pesquisas sobre o Efeito Costa Ribeiro. Você agora entende o que aconteceu. O grupo se desarticulou. As verbas, até mesmo aquelas destinadas a pequenas despesas minguaram. A efervescência política

> recrudesceu. O ano de sessenta e três foi de retrocesso tanto para o Instituto de Física como para a universidade em geral. Foi um ano de paralisia. Nada foi feito além das aulas. As questões políticas assumiram o primeiro plano (*apud* SILVA FILHO, 2011).

Com a implantação da Reforma Universitária de 1968, o então IMF se transforma em dois novos institutos: os atuais Instituto de Física (IFUFBA) e Instituto de Matemática (IM-UFBA). A partir da reforma que reestruturou a universidade, surgiu um movimento de renovação que motivaram vários docentes do Instituto de Física a cursar mestrado e doutorado em instituições do país e no exterior, a fim de implementarem pesquisas em Física Teórica e Experimental. Em 1974, criou-se o Grupo de Física do Estado Sólido formado por físicos baianos oriundos da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade de Campinas (Unicamp), do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) e da Universidade de Brasília (UnB). Apesar de possuir um grupo de pesquisa em Física do Estado Sólido, somente cinco anos depois o Instituto de Física teve o seu primeiro programa de pós-graduação instituído, sendo ele na área do grupo supracitado.

Assim, mais de uma década separou as primeiras pesquisas em física na UBA oriundas do pequeno grupo de pesquisa em Efeito Costa Ribeiro e a retomada da pesquisa em Física do Estado Sólido no IFUFBA.

Conclusão

Ao se tratar da trajetória de vida de Joaquim da Costa Ribeiro (ou J. Costa Ribeiro, como ele se apresentava) nesta pesquisa, identifica-se uma das vertentes da institucionalização da pesquisa em Física no Brasil bem como a criação de um dos primeiros cursos de Física neste país. O cenário apresentado aqui se deu no antigo Distrito Federal. Costa Ribeiro foi sendo moldado um físico pelo autodidatismo. Não é difícil chegar a esta conclusão, basta uma superficial *leitura* das instituições superiores responsáveis pela formação acadêmica, de sua época. Sua iniciação profissional se deu no ensino de Física. Certamente, com a criação da UDF, um novo cenário se apresentava ao professor Costa Ribeiro, pois passou a compor o quadro docente desta Universidade. O responsável pelo *espírito* que seria empregado ao curso de Física da UDF, inicialmente, foi o físico Bernhard Gross, com quem Costa Ribeiro tinha uma grande amizade, como registrado nos depoimentos do próprio Gross. Com o advento do Estado Novo, Costa Ribeiro passou de coadjuvante para o responsável pelo curso de Física da UDF. Foi nesta instituição, que com todas as adversidades, iniciou-se como um físico experimental. É interessante notar que para realizar as pesquisas na UDF, cujo objeto era a medição dos índices radioativos de alguns minerais brasileiros, Costa Ribeiro tinha que contar com a benevolência daqueles que poderiam lhe ceder amostras para pesquisa, também deveria contar com a cooperação daquele(s) que lhe permitia(m) utilizar suas instalações de laboratórios para ainda realizar a citada pesquisa, como foi o caso do biofísico Carlos Chagas Filho, período em que a UDF já havia se transformado na Universidade do Brasil. Ao se incorporar a UDF àquela que propunha ser o modelo de universidade para o Brasil, Universidade do Brasil, o quadro estrutural para o ensino não foi diferente, e é registrado que foi até piorado,

agravando, também o quadro docente, com algumas exceções. É certo registrar que a origem do curso de física da atual UFRJ está na UDF; assim a história do citado curso da UFRJ estará correta. Para a pesquisa de Costa Ribeiro na UB não houve uma mudança por parte da instituição que se possa registrar como relevante. Assim como na UDF, ele continuava sendo um físico experimental autodidata e com poucas condições estruturais para pesquisa. As parcerias empreendidas com Gross e com o físico italiano Luigi Sobrero foram importantes, uma vez que Costa Ribeiro estava lidando com físicos de formação, oriundos do continente europeu, local onde a física estava acontecendo. Com Sobrero, Costa Ribeiro pesquisou sobre elasticidade, algo que certamente tinha mais identidade para um engenheiro civil. Com o Gross a pesquisa foi na Física da Matéria Condensada (FMC).

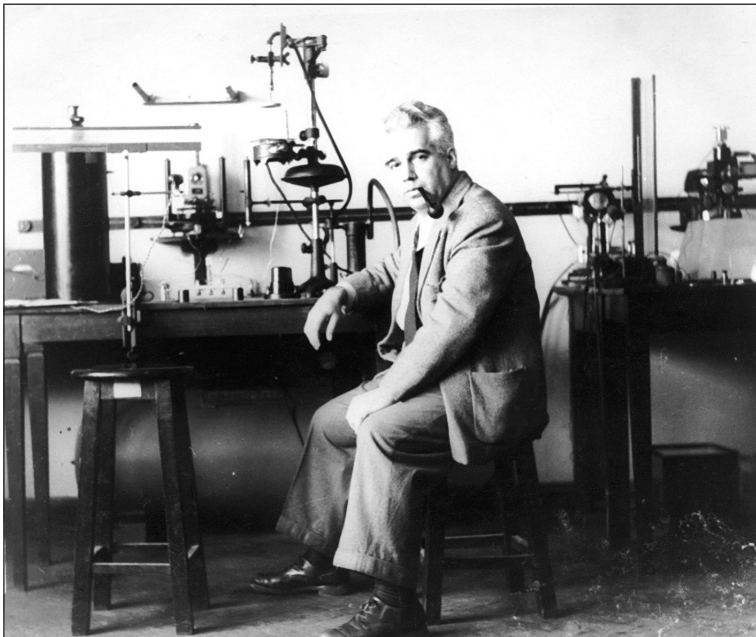
Foi na FMC que Costa Ribeiro obteve sucesso nas pesquisas, mesmo com condições adversas. A descoberta do efeito termodielétrico motivou trabalhos que visavam esclarecer o mecanismo do fenômeno como os artigos de Gross, Cintra do Prado (USP) e outros. Mas seu trabalho teria continuação de fato com uma nova geração de físicos, ex-alunos de Costa Ribeiro, no final da década de 1940 e início da década de 1950. Dentre estes estavam Armando Dias Tavares, Sérgio Mascarenhas e Yvonne Mascarenhas. Armando Tavares, apesar de seus esforços, herdou também as dificuldades das pesquisas vivenciadas por Costa Ribeiro. Sérgio Mascarenhas e Yvonne Mascarenhas seguiram para USP de São Carlos, onde em pouco tempo conseguiram fazer trabalhos importantes e tornar à USP de São Carlos, um importante centro de pesquisa na FMC, mas que também teve um começo difícil. A falta de estrutura para pesquisa em física não estava restrita somente à capital brasileira; na Bahia, quatro físicos, sendo um oriundo da UB, procuraram se enveredar pela pesquisa no início da década de 1960. Benedito Pepe, Felippe Serpa, Bela Serpa e Álvaro Ramos procuraram durante dois anos

darem vida à pesquisa em física na antiga UBA, mas sem recursos financeiros e qualquer outro tipo de apoio, este núcleo se desfez. Registra-se quão importante foi a iniciativa deste grupo na Bahia, não importando quanto tempo depois se institucionalizou a pesquisa na UFBA (antiga UBA).

Em síntese, neste trabalho foi apresentado a contribuição marcante de Costa Ribeiro no desenvolvimento do ensino, da pesquisa e da institucionalização da física no Brasil, bem como a sua influência na formação de gerações de destacados físicos brasileiros; além de sua descoberta do fenômeno que leva seu nome.

Outro aspecto de interesse foi a descoberta da existência de um pequeno grupo de pesquisas sobre o efeito Costa Ribeiro, nos anos 1960, na Universidade da Bahia, o qual além de realizar medidas e publicações internas, também interagiu com pesquisadores de outros centros do Brasil.

Tratou-se, de fato, nesta pesquisa dos primeiros trabalhos em FMC no Brasil, e do primeiro trabalho nesta área realizado em uma universidade brasileira, pelo próprio Costa Ribeiro. Tratou-se do início da citada área da Física no Brasil e, por isso, como perspectiva, pretende-se naturalmente, pelo autor, dar-se continuidade ao tema, numa futura tese de doutorado. Para tal será percorrida a linha histórica da citada área em outras instituições brasileiras, a exemplo da USP, CBPF e da UNICAMP. Como aqui discutido, os trabalhos de Costa Ribeiro tiveram continuidade não na UB, mas na USP de São Carlos, apresentados pelos seus ex-alunos Sérgio Mascarenhas e Yvonne Mascarenhas, protagonistas da institucionalização da FMC na citada instituição. No tocante a esta instituição é sabido que ela teve influências no desenvolvimento da FMC na UFPE e UFCE. Mas não está claro como a FMC se desenvolveu em outras instituições já citadas, e porque importantes físicos de outras áreas migraram para a FMC, como foi o caso do físico Sérgio Porto. É sabido que no

CBPF havia pesquisa na FMC, mas que uma crise nesta instituição na década de 1970 fez com que alguns pesquisadores, da citada área, se estabelecessem na UFBA. No Instituto de Física já eram estabelecidas as pesquisas em Geofísica, apesar de alguns docentes e ex-alunos trabalharem em tópicos de física, o que influenciaria mais tarde a vinda de outros pesquisadores com o fito de desenvolverem as pesquisas da FMC, a partir dos anos 1970 na Bahia.

Costa Ribeiro no Laboratório de fisica da UB

Fonte: acervo Costa Ribeiro –MAST

Referências

Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) - Acervo de **Joaquim da Costa Ribeiro**.

ALMEIDA, Atila A. Freitas de. A constante termodielétrica na condensação do vapor de naftaleno. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 31, n. 4, dez. 1959.

ARAÚJO, Maria Paulo; FERNANDES, Tania Maria. O diálogo da história oral com a historiografia contemporânea. In: VISCARDI, Cláudia M. R.; DELGADO, Lucília de A. Neves. (org.) **História Oral**: Teoria, Educação e Sociedade. 1.ed. Juiz de Fora: Editora UFJF, 2007. p.13-32.

BRASIL. Constituição (1934). **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil.** Distrito Federal, RJ: Assembléia Nacional Constituinte, 1934.

BRASIL. Constituição (1937). **Constituição da República dos Estados Unidos do Brasil.** Distrito Federal, RJ: Presidência da República, 1934.

BRASIL. Decreto n° 20.865, de 28 de dezembro de 1931. Aprova os regulamentos da Faculdade de Medicina, da Escola Politécnica e da Escola de Minas. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=22440>. Acesso em: 19 mai. 2010.

BRASIL. Decreto n° 11.530, de 18 de março de 1915. Reorganiza o ensino secundario e o superior na Republica. Disponível em: http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=36895>. Acesso em: 18 mai. 2010.

BRASIL. Decreto n° 23.546, de 5 de dezembro de 1933. Modifica dispositivos do decreto n° 20.179, de 6 de julho de 1931. Disponível

em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=27265>. Acesso em: 21 mai. 2010.

BRASIL. Decreto n° 19.851, de 11 de abril de 1931. Dispõe que, o ensino superior no Brasil obedecerá, de preferência, ao sistema universitário, podendo ainda ser ministrado em institutos isolados, e que a organização técnica e administrativa das universidades é instituída no presente decreto, regendo-se os institutos isolados pelos respectivos regulamentos, observados os dispositivos do seguinte Estatuto das Universidades Brasileiras. Disponível em: < http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=24824>. Acesso em: 16 abr. 2010.

BRASIL. Decreto-Lei n° 24, de 29 de novembro de 1937. Dispõe sobre a acumulação de funções e cargos públicos remunerados e dá outras providências. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=76418>. Acesso em: 19 nov. 2009.

BRASIL. Decreto-Lei n° 1.063, de 20 de janeiro de 1939. Dispõe sobre a transferência de estabelecimentos de ensino da Universidade do Distrito Federal para a Universidade do Brasil. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=3472>. Acesso em: 19 nov. 2009.

BRASIL. Decreto-Lei n° 1.190, de 4 de abril de 1939. Dá organização à Faculdade Nacional de Filosofia. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=2782>. Acesso em: 20 nov. 2009.

BRASIL. Decreto-Lei n° 271, de 12 de fevereiro de 1938. Dispõe sôbre a realização de concursos nos estabelecimentos de ensino superior da Universidade do Brasil. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=15953>. Acesso em: 16 abr. 2010.

BRASIL. Decreto-Lei n° 5. 125, de 22 de dezembro de 1942. Dispõe sobre o ensino superior de Filosofia, Ciências, Letras e Pedagogia. Disponível em:

< http://www2.camara.gov.br/legin/fed/declei/1940-1949/decreto-lei-5125-22-dezembro-1942-415237>. Acesso em: 16 abr. 2010.

BRASIL. Lei n° 452, de 5 de julho de 1937. Organiza a Universidade do Brasil. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=76136>. Acesso em: 10 mar. 2010.

BRASIL. Lei n° 114, de 11 de novembro de 1935. Modifica a legislação do ensino. Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=32472>. Acesso em: 16 abr. 2010.

BRASIL. Lei n° 444, de 4 de junho de 1937. Dispõe sobre o concurso para o magistério superior.

Disponível em: <http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaTextoIntegral.action?id=76115>. Acesso em: 16 abr.2010.

CACHAPUZ, Paulo Brandi. Pedro Ernesto. IN: ABREU, Alzira Alves de. (org). **Dicionário histórico-biográfico brasileiro**: pós 1930. Rio de Janeiro: FGV, 2001.

CINTRA DO PRADO, Luiz. The statistical character of the thermo-dielectric phenomenon. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XVIII, n. 2, jun. 1946.

CINTRA DO PRADO, Luiz. An exponential form for the hereditary function in the thermo-dielectric phenomenon. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XVIII, n. 2, jun. 1946.

CINTRA DO PRADO, Luiz; SARAIVA DE TOLEDO, P. Numerical verifications of the exponencial form for the hereditary function, in

thermo-dielectric phenomena. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XIX, n. 1, pp. 31-41, mar. 1947.

COSTA, Vera Rita da. Oswaldo Frota-Pessoa: Mestre de mestres. **Ciência Hoje,** São Paulo, Vol. 35, n. 207, ago. 2004.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. Sobre um método de ponte para determinação das correntes de ionização nas medidas de radioatividade. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XII, n. 2, pp. 109-116, jun. 1940.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. Sobre a radioatividade de alguns minerais brasileiros. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XII, n. 2, pp. 117-123, junho de 1940.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. Nota prévia sobre o elevado teor em radium de um mineral brasileiro. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XII, n. 4, pp. 341-346, dez. 1940.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. **Sôbre o Fenômeno Termo-Dielétrico** (correntes elétricas associadas a mudanças de estado físico). 1945. 108 f. Tese (cátedra)- Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, Rio de Janeiro, 1945.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. Sôbre o Fenômeno Termo-Dielétrico. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XVII, n. 2, jun. 1945.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. Prospecção de urânio na estação de moeda por meio de contadores Geiger-Müller. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XX, n. 4, dez. 1947.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. Electro-fusion: A new Phenomenon observed in the Phase Changes of Dielectrics under the Influence of an Electric Field. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 26, n.2, jun. 1954.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. Novas observações sôbre o Fenômeno Termo-Dielétrico. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XX, n. 4, dez. 1947.

COSTA RIBEIRO, Joaquim. A Física no Brasil. AZEVEDO, Fernando. (org.) **As ciências no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ, 1994.

COSTA RIBEIRO, Joaquim; CASTRO, Celso de. Ocorrência de opalita uranífera na estação de Belo-Vale. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XX, n. 4, dez. 1947.

COSTA RIBEIRO, Joaquim; FLORÊNCIO, Willer. Aplicação das medidas de teor iônico do ar à pesquisa e à prospecção de minerais radio-ativos. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XX, n. 4, dez. 1947.

Diário Oficial da União, 7 de outubro de 1947. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/2553926/dou-secao-2-07-10-1947-pg-1/pdfView#xml=http://www.jusbrasil.com.br/highlight/2553926/DOU%2007%2010%201947%201.947%20costa%20ribeiro>. Acesso em: 12 dez. 2010.

Diário Oficial da União, 25 de outubro de 1938. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/2518746/dou-secao-2-25-10-1938-pg-22/pdfView#xml=http://www.jusbrasil.com.br/highlight/2518746/DOU%2025%2010%201938%201.938%20dodsworth>. Acesso em: 09 out. 2010.

Diário Oficial da União, 20 de junho de 1945. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/2390579/dou-secao-1-20-06-1945-pg-35/pdfView#xml=http://www.jusbrasil.com.br/highlight/2390579/DOU%2020%2006%201945%201.945%20concurso>. Acesso em: 17 set. 2010.

Diário Oficial da União, 07 de fevereiro de 1946. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/2210716/dou-secao-1-07-02-1946-pg-58/pdfView#xml=http://www.jusbrasil.com.br/highlight/2210716/DOU%2007%2002%201946%201.946%20concurso>. Acesso em: 02 dez. 2010.

Diário Oficial da União, 06 de novembro de 1944. Disponível em: <http://www.jusbrasil.com.br/diarios/2210716/dou-secao-1-07-02-1946-pg-58/pdfView#xml=http://www.jusbrasil.com.br/highlight/2210716/DOU%2007%2002%201946%201.946%20concurso>. Acesso em: 02 dez. 2010.

EDLER, FLAVIO COELHO. A Escola Tropicalista Baiana: um mito de origem da medicina tropical no Brasil. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, vol. 9, n.2, 357-385, maio-agosto 2002.

FÁVERO, Maria de Lourdes; LOPES, Sônia de Castro (Org.). **A Universidade do Distrito Federal (1935-1939)**: Um projeto além do seu tempo. 1.ed. Brasília: Liber Livro, 2009.

FERREIRA, Guilherme F. Leal. **Conferência Comemorativa dos 85 anos do Prof. Bernhard Gross.** 1. ed. São Carlos: Tipografia do Centro Acadêmico Armando Salles de Oliveira, 1991.

FERREIRA, Guilherme F. Leal. Há 50 anos: O Efeito Costa Ribeiro. **Revista Brasileira de Ensino de Física,** vol. 22, n°3, setembro, 2000. Disponível em: < http://www.sbfisica.org.br/rbef/pdf/v22_434.pdf >. Acesso em: 06 jan. 2009.

FLORÊNCIO, Willer; CASTRO, Celso de. Uraninita em minas. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, Tomo XXV, n. 1, pp. 19-29, mar. 1943.

FLORÊNCIO, Willer. Uma Nova Variedade da Zirconita. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 24, n.3, set. 1952.

FONSECA, Helyete Marques da. A constante dielétrica do naftaleno. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 34, n.2, jun. 1962.

FREITAS, L. G; MASCARENHAS, Sérgio. Influência da Orientação Cristalográfica na Separação de Cargas Durante Mudanças de Fase (Efeito Costa Ribeiro). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 32, n.1, mar. 1960.

FREITAS, Maria José Rabello de. CADERNOS DO IFUFBA. O Acervo Documental da Primeira Escola de Medicina do Brasil: Uma Experiência de Recuperação. Salvador: Centro Editorial da UFBA, vol 7, ns1,2, outubro, 1995.

GROSS, Bernhard. Estudos sobre dielectricos: IV – A corrente inicial. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, Tomo X, n.4, p.297-314, dez. 1938.

GROSS, Bernhard. Uma nova aplicação do princípio de superposição na teoria dos dielétricos anómalos. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, Tomo XI, n.3, p.213-218, set. 1939.

GROSS, Bernhard. Experiências com eletretos II. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, Tomo XVII, n.3, p.219-240, set. 1945.

GROSS, Bernhard. Uma nota sobre o Efeito Termodielétrico. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XVIII, n. 2, jun. 1946.

GROSS, Bernhard. Teoria do Efeito Termodielétrico. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 25, n. 2, jun. 1953.

GROSS, Bernhard. Field-Induced Melting of Dielectrics. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 26, n.2, jun. 1954.

GROSS, Bernhard. Theory of Thermodielectric Effect. **Physical Review,** v. 94, n. 6, p. 1545- 1551, jun. 1954.

GROSS, Bernhard. Lembranças de um Físico no Rio de Janeiro (1933-1947). **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.22, n.2, p.266-271, jun. 2000.

GROSS, Bernhard. **Bernhard Gross (depoimento, 1976).** Rio de Janeiro, CPDOC, 2010. 92p.

GROSS, Bernhard; Denard, L. Ferreira. Efeitos de temperatura em condensadores carregados. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro, Tomo XIV, n.4, p.349-369, dez. 1942.

GROSS, Bernhard; ROCHA, Plínio Sussekind. Estudos sobre dielectricos. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro,Tomo IX, n.3, p.187-210, set. 1937.

GROSS, Bernhard; ROCHA, Plínio Sussekind. Estudos sobre dielectricos: II – Regeneração e descarga interna. **Annaes da Academia Brasileira de Sciencias,** Rio de Janeiro,Tomo IX, n.4, p.307-326, dez. 1937.

HOFFMAN, John D. General and theoretical research in dielectrics. **Digest of Literature on Dielectrics.** Washington. Vol. XIV. sep. 1951. cap. I.

KAPLAN, Irving**. Física Nuclear**. Tradução de José Goldemberg. 2. ed. Rio de Janeiro: Guanabara dois, 1978. p. 633.

LEITE LOPES, José. A Universidade de Anísio Teixeira (2000). In: HAMBURGER, Amélia Império (Org.). **Uma História da Física no Brasil.** 1.ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. P.135-140.

LEITE LOPES, José. Luiz Freire e os Postulados Superiores da Vida do Espírito. In: HAMBURGER, Amélia Império (Org.). **Uma História da Física no Brasil.** 1.ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004. P.135-140.

LUBISCO, Nídia Maria Lienert; VIEIRA, Sônia Chagas; SANTANA, Isnaia Veiga. **Manual de estilo acadêmico:** monografias, dissertações e teses. 3.ed. Salvador: EDUFBA, 2007.

MARTINS, Nelson. **Introdução à teoria da eletricidade e do magnetismo.** 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1975.

MARTINS, Roberto de Andrade. As primeiras investigações de Marie Curie sobre elementos radioativos. **Revista da SBHC**, n. 1, pp. 29-41, 2003.

MARTINS, Roberto de Andrade. Investigando o invisivel: as pesquisas sobre raios x logo após a sua descoberta por Röntgen. **Revista da SBHC**, n. 17, pp. 81-102, 1997.

MARTINS, Roberto de Andrade. Como Becquerel não decobriu a radioatividade. **Caderno Catarinense de Ensino de Fisica**. v 7, p.27-41, 1990.

MASCARENHAS, Sérgio. Molecular Collision Theory of the Costa Ribeiro Effect. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 26, n.2, jun. 1954.

MASCARENHAS, Sérgio. Observation of the Costa Ribeiro Effect in the Process of Sublimation of Para-phenilene-diamine. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 26, n.2, jun. 1954.

MASCARENHAS, Sérgio. The Experimental Analysis of Electrothermalconductivity. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 29, n.3, jun. 1957.

MASCARENHAS, Sérgio. The Action of Homogeneous Electrical Fields Upon the Heat Transmission of Liquid Dielectrics. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 28, n.1, mar. 1956.

MASCARENHAS, Sérgio. A New Method for the Observation of the Costa Ribeiro Effect and the Experimental Analysis of this Phenomenon. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 31, n.3, set. 1959.

MASCARENHAS, Sérgio. Novo método para observação do Efeito Costa Ribeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 31, n.2, jun. 1959.

MASCARENHAS, Sérgio. Novas Experiências sôbre condução térmica de dielétricos submetidos à ação de campos elétricos. **Anais da**

Academia Brasileira de Ciencias, Rio de Janeiro, Vol. 27, n.4, dez. 1955.

MASCARENHAS, Sérgio. Heat conduction in dielectrics under the influence of applied electric fields. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 27, n. 1, mar. 1955.

MASCARENHAS, Sérgio. The experimental analysis of electrothermal conductivity. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 29, n. 2, jun. 1957.

MASCARENHAS, Sérgio. Equação de condução do calor para dielétricos fluidos sob a ação de campos elétricos. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 27, n. 1, mar. 1955.

MASCARENHAS, Sérgio. **O Novo Método do Gérmen Monocristalino e a Análise do Efeito Costa Ribeiro.** 1958. Tese (Concurso à Cadeira Reunida n°13 - Física) – Escola de Engenharia da Universidade de São Paulo, São Carlos, 1958.

MASCARENHAS, Sérgio; MASCARENHAS, Yvonne T; RABELLO, Rosa. A eletrofusão do acenafteno. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 26, n.3, dez. 1954.

MASCARENHAS, Sérgio; MASCARENHAS, Yvonne; SOUZA, M. Ferreira de; RABELLO, R.F. Condução térmica de dielétricos líquidos sob a ação de campos elétricos (ácidos graxos). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 27, n.4, dez. 1955.

MASCARENHAS, Sérgio; MASCARENHAS, Yvonne; SOUZA, M. Ferreira de; RABELLO, R.F. Thermal Conduction of Liquid Dielectrics Under the Influence of Electrical Fields (Fatty Acid). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 28, n.1, mar. 1956.

MAYER-KUCKUK, Theo. **Física Nuclear:** uma introdução. Tradução de Carlos Fiolhais e Ruy Ferreira Marques. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1993. p. 481.

NEW RESEARCH TECHNIQUE IN PHYSICS, 1952, Rio de Janeiro e São Paulo. **Anais...** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1954.

PEIXOTO, Afrânio. Disponível em: < http: // www.fgv.br/ CPDOC/ BUSCA/ Busca/ BuscaConsultar.aspx>. Acesso em: 23 fev. 2010.

PEPE, Benedito Leopoldo; PERRET SERPA, Luiz Felipe. Some Comments on the Influence of Impurities in Costa Ribeiro Effect. **Publicações de Matemática e Física da Universidade da Bahia.** Bahia, Série A, n. 5, 1963.

REZENDE, S. M. A Aventura da Física da Matéria Condensada. **Ciência Hoje**, V. 37, n. 218, ago. 2005.

RIBEIRO, Adalberto Mário. A Faculdade Nacional de Filosofia. **Revista do Serviço Público**, Rio de Janeiro, Vol. 1, n. 2, fev. 1945.

RIBEIRO FILHO, Aurino. **Glauber Rocha Revisitado.** 2ªed. Salvador: Espaço Cultural Expogeo, 1995. 135p.

RIBEIRO FILHO, Aurino; MATOS NETO, Arthur. Instituto de Física: notas históricas. TOUTAIN, Lídia Maria Batista Brandão; SILVA, Rubens

Ribeiro Gonçalves da. (org.) **Universidade Federal da Bahia:** do século XIX ao século XXI. 1. ed. Salvador: EDUFBA, 2010. p. 349-366.

RIBEIRO FILHO, Aurino; VASCONCELOS, Dionicarlos. S. Einstein e a Física da Matéria Condensada**:** Origem e Influência. In: 10° SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 2005, Belo Horizonte, MG. **Textos Completos Apresentados em Simpósios Temáticos.** Publicação em versão CD.

ROCARD, Y. Électrostatique – Électrisation. – Loi de Coulomb. Champ Électrique. **Électricité.** 2. ed. Paris: Masson et C[ie], 1956. cap. 1.

ROCHA, João Augusto de Lima. **Anísio em movimento:** A vida e as lutas de Anísio Teixeira pela escola pública e pela cultura do Brasil. 1. ed. Salvador, 1992.

RODRIGUES, Edson. Condutividade em dielétricos líquidos sob a ação de radiações ionizantes. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 31, n.2, jun. 1959.

RODRIGUES, Edson. Teoria Fenomenológica do Efeito Costa Ribeiro. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 31, n. 4, dez. 1959.

RODRIGUES, Edson. Separação de cargas espaciais e condutividade elétrica em dielétricos líquidos. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 30, n. 4, dez. 1958.

RODRIGUES, Edson. Produção de cargas elétricas no processo de dissolução de cristais de cloreto de sódio. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 27, n. 1, mar. 1955.

SARAIVA DE TOLEDO, P. On the law of charges in the Thermo-Dielectric Effect. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, TOMO XVIII, n. 2, jun. 1946.

SENRA, N. Na Primeira República, Bulhões Carvalho legaliza a atividade estatística e a põe na ordem do Estado. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Cienc. Hum**. Belém, v. 4, n. 3, p. 387-399, set.- dez. 2009.

SILVA, Circe Mary Silva da. Formação de professores e pesquisadores de matemática na Faculdade Nacional de Filosofia. **Cadernos de Pesquisa**, n.117, p.103-126, novembro de 2002.

SILVA FILHO, Wanderley Vitorino da. **Costa Ribeiro: Ensino, Pesquisa e Desenvolvimento da Física no Brasil,no período de 1929 a 1960.** 2011. 313 f. Dissertação (Mestrado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2011.

SOBRERO, Luigi. **Elasticidade.** Rio de Janeiro: Livraria Boffoni, 1942.

SYMPOSIUM sobre RAIOS CÓSMICOS, 1941, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1943.

TAVARES, Armando Dias. Further Quantitative Experiments on the Costa Ribeiro Effect. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 25, n.4, dez. 1953.

TAVARES, Armando Dias. Further Experiments on the Thermodielectric Effect (Costa Ribeiro Effect). **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 25, n.1, mar. 1953.

TAVARES, Armando Dias. On a Possible Explanation of the Costa Ribeiro Effect. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 25, n.1, mar. 1953.

TAVARES, Armando Dias. Algumas Experiências que Demonstram não ser o Efeito Costa Ribeiro Devido a Ions. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 31, n.3, set. 1959.

TAVARES, Armando Dias. Cargas espaciais residuais em eletretos naturais. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 30, n. 4, dez. 1958.

TAVARES, Armando Dias. Crescimento de cristais. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 30, n. 4, dez. 1958.

TAVARES, Armando Dias. Fotocorrente anormal em cristais de naftaleno de formação recente e sua variação. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 27, n. 1, mar. 1955.

TAVARES, Armando Dias. Corrente anômala anormalmente elevada em cristais de naftaleno de formação recente. **Anais da Academia Brasileira de Ciencias,** Rio de Janeiro, Vol. 27, n. 1, mar. 1955.

TAVARES, Armando Dias. **Um Efeito Fotoelétrico em Cristais de Naftaleno**. 1955. Tese (Concurso de Livre Docência à Cadeira de Física Superior e Matemática) – Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade do Distrito Federal, Rio de Janeiro, 1955.

TAVARES, Armando Dias. **Contribuição ao Estudo do Efeito Costa Ribeiro.** 1961. Tese (Concurso para professor catedrático da Cadeira de Física Geral e Experimental) – Faculdade Nacional de Filosofia da Universidade do Brasil, Rio de Janeiro, 1961.

THURNAUER, Hans. Trends in research and development in dielectrics – 1950. **Digest of Literature on Dielectrics.** Washington. Vol. XIV. sep. 1951.

TIOMNO, Jayme. Depoimento. FÁVERO, Maria de Lourdes de A. (org.) **Faculdade Nacional de Filosofia:** Depoimentos. 1. ed. Rio de Janeiro: Serviço Industrial Gráfico – UFRJ, 1992. p. 255-274.

TIOMNO, Jayme; FROTA PESSOA, Elisa. Depoimentos orais realizados pelos Arquivos Históricos do CLE/Unicamp. mai. 1988.

VIEIRA, Cássio Leite. **Um mundo inteiramente novo se revelou:** A técnica das emulsões nucleares.2009. 233f. Tese (Doutorado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: < http://cienciahoje.uol.com.br/blogues/bussola/arquivos/Livro_tese_cassio.pdf >. Acesso em: 07 jan. 2011.

WLERICK, Gerard. Le Phénomène Thermodiélectrique. **La Revue Scientifique.** Paris, mar.1948. p. 299 - 302.

WORKMAN, E. J; REYNOLDS, S. E. A Suggested Mechanism for the Generation of Thunderstorn Electricity. **Physical Review,** Vol. 74, n. 6, set. 1948.

WORKMAN, E. J; REYNOLDS, S. E. Electrical Phenomena Occurring during the Freezing of Dilute Aqueous Solutions and Their Possible Relationship to Thunderstorm Electricity. **Physical Review,** Vol. 78, n. 3, mai. 1950.

Sobre o livro

Projeto Gráfico e Editoração	Jefferson Ricardo Lima Araujo Nunes
Design da Capa	Erick Ferreira Cabral
Revisão Linguística	Elizete Amaral de Medeiros
Normalização Técnica	Heliane Maria Idalino da Silva

Impressão	Gráfica Universitária da UEPB
Formato	15 x 21 cm
Mancha Gráfica	10,5 x 16 cm
Tipologias utilizadas	Gentium Basic 11,5 /14 pt
Papel	Apergaminhado 75g/m² (miolo) e Cartão Supremo 250g/m² (capa)

Apesar de visível sucesso midiático, com inúmeras reportagens sobre os avanços em estudos de materiais ligados à FMC, uma figura histórica da mais alta relevância permaneceu, praticamente, ignorada pela recente historiografia da física no Brasil – Joaquim da Costa Ribeiro. O autor mostra Costa Ribeiro como uma figura de liderança na pesquisa científica e com forte interesse em formar jovens pesquisadores, além de dedicar grande parte de sua existência ao ensino da disciplina – física.